

**Mittelfristige Forschungsplanung**  
**2016/2020**  
**der Bundesanstalt für Straßenwesen**

**bast**

## Einleitung

Zur Koordinierung und Steuerung ihrer Forschungsaktivitäten erstellt die BASt in Abstimmung mit ihrem wissenschaftlichen Beirat und dem BMVI die „Mittelfristige Forschungsplanung“ für einen Geltungszeitraum von 5 Jahren. Die hierin beschriebenen Forschungslinien dienen mit ihrer Zielsetzung als Rahmen bzw. Grundlage für die Themen der Forschungsvorhaben der BASt.

Die Forschungslinien der BASt orientieren sich unter Berücksichtigung aller für den Straßenverkehr relevanten gesellschaftlichen Herausforderungen an

- europäischen und internationalen Programmen,
- Programmen der Bundesregierung zum Thema Verkehr,
- den im Betrachtungszeitraum gültigen Koalitionsverträgen,
- dem Ressortforschungsprogramm des BMVI,
- den Forschungszielen der BASt (siehe Anhang 1).

Herauszuheben ist hierbei die enge Verzahnung der Forschungsplanung der BASt mit dem Verkehrssicherheitsprogramm des BMVI und dem Programm Straße im 21. Jahrhundert. Die Forschungsleistung der BASt stellt einen wichtigen Baustein zur Realisierung dieser und weiterer Programme dar (siehe Anhang 2).

Die mittelfristige Forschungsplanung 2016-2020 der BASt ist an 19 Forschungslinien ausgerichtet:

FoLi	Titel	Federführendes Referat	Mitwirkendes Referat
1.01	Zuverlässigkeit der Straßeninfrastruktur	B4	B1, B2, B3, GS3, GS4
1.02	Zukunftsfähige Straßeninfrastruktur	B1	B2, B3, B4, GS2, GS3, S2, S3
1.03	Verbesserung der Widerstandsfähigkeit (Resilienz) des Straßenverkehrs	B3 + S1	B1, B2, B4, GS2, GS4, S2, S3, V3, V5, Z5
1.04	Sicherstellung der Verfügbarkeit	GS2 + S3	GS3, S1, S2, V1
1.05	Ganzheitliche Betrachtung der Fahrbahnoberflächeneigenschaften	GS4	GS2, S2, S3, F3, V3, V4
1.06	Substanzerfassung und -bewertung	GS3	B4, GS2, GS4, S3, V2
1.07	Ressourcenschonender und umweltverträglicher Straßenbau	S2	B1, S3, S4, GS2, V3
1.08	Innovationen im Straßenbau	S1	B2, GS3, S2, S3
1.09	Fahrzeugautomatisierung	F4	F1, F2, F5, U1, U2, U3, V1, V4, V5
1.10	Vernetzte Mobilität	F5	F4, B1, B3, V5
1.11	Elektromobilität	V5	F1, S1
1.12	Steigendes Güterverkehrsaufkommen – Maßnahmen für eine zukunftsfähige Straßeninfrastruktur	V5	F1, U2, U3, V1, V2, V4
1.13	Verkehr und Umweltschutz	V3	F3, F4, V4, V5
1.14	Erhaltung und Optimierung der Leistungsfähigkeit	V1	F4, F5, GS2, S3, U3, V3, V4, V5
1.15	Entwurf und Ausstattung sicherer	V1	B3, V4

	Straßen		
1.16	Verbesserung der Fahrzeugsicherheit	F1	F2, F4, F5, U2
1.17	Gesellschaftlicher Wandel und Verhalten im Verkehr	U3	U1, U2, V1
1.18	Verhaltensänderung von Verkehrsteilnehmern	U3	U1, U2, F4, F5, V1
1.19	Sicherheit von Fußgängern, Radfahrern und physisch schwächeren Verkehrsteilnehmern	F2	F1, U2, U3, V1

FoLi = Forschungslinie

## Übersicht über die Forschungsplanung

Die Forschungslinien der Mittelfristigen Forschungsplanung 2016-2020 können 4 Themenclustern zugeordnet werden:

- Straßenbau und -erhaltung
- Digitale Entwicklung und technologischer Wandel (Mobilität 4.0)
- Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit des Straßenverkehrs
- Straßenverkehrssicherheit

### Straßenbau und -erhaltung

Das Netz der Bundesfernstraßen umfasst heute rund 13.000 km Bundesautobahnen und rund 39.000 km Bundesstraßen und bildet damit eines der dichtesten Fernstraßennetze Europas. Gleichzeitig werden knapp 50 % (bzw. auf BAB über 30 %) der Fahrleistungen auf diesen Straßen abgewickelt, die damit das Rückgrat des deutschen Straßennetzes bilden. Angesichts wachsender Verkehrsaufkommen, der zunehmenden Belastung der Infrastruktur und der herausragenden Bedeutung Deutschlands als führender Exportnation Europas steht der moderne Straßenbau vor großen Herausforderungen. Die Bundesfernstraßen müssen sicher, umweltverträglich und wirtschaftlich sein. Sie sollen zunehmend "intelligenter" und qualitativ hochwertiger werden. Die Forschungsleistung der BASt soll helfen, die Straße im Sinne des Gemeinwohls funktional weiterzuentwickeln.

Hierbei kommt der Aufrechterhaltung der **Zuverlässigkeit der Straßenverkehrsinfrastruktur** (Forschungslinie 1.01) eine große Bedeutung zu. Es gilt, im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtung bestehende zuverlässigkeits- und risikobasierte Verfahren und Vorgehensweisen für die Bereiche Bemessung und Dimensionierung, Sicherheitsbewertung, Nachrechnung, Bauwerksprüfung, Monitoring und Erhaltungsmanagement zu untersuchen, anzupassen und ggf. neu zu entwickeln mit dem Ziel, diese für die praktische Anwendung bereit zu stellen.

Voraussetzung für eine **zukunftsfähige Straßeninfrastruktur** (Forschungslinie 1.02) ist die Berücksichtigung von Lebenszyklusaspekten bei Straßeninfrastrukturen anstelle einer isolierten Betrachtung einzelner Lebenszyklusabschnitte, wie z.B. nur der Bau- oder nur der Betriebsphase. Eine strategierorientierte Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus – von der Planung bis hin zur Erhaltung - ist bislang nur eingeschränkt realisiert. Hier stellt ein Lebenszyklus-Management einen innovativen, nachhaltigkeitsorientierten Ansatz dar. Entsprechende Aspekte sind bei Bau und Erhaltung sowie bei Umbau-, Nachrüstungs- und Rückbaumaßnahmen im Hinblick auf Baustoffe, Bauweisen, Bauverfahren und konstruktive Ausbildung zu berücksichtigen.

Gravierende Ereignisse wie 2011 das schwere Erdbeben und der nachfolgende Tsunami an der japanischen Ostküste und die daraus folgenden Erkenntnisse für das Verkehrssystem verdeutlichen, wie wichtig eine **Verbesserung der Widerstandsfähigkeit (Resilienz) des Straßenverkehrs** (Forschungslinie 1.03) ist. Eine ganzheitliche Betrachtung und Beurteilung der Straßenverkehrsinfrastruktur hinsichtlich ihrer Fähigkeiten zur Vorbereitung auf, zur Planung für, zum Verkräften von, zur Adaption an sowie zur schnellen Wiederinbetriebnahme nach unerwünschten und

ungeplanten Ereignissen ist erforderlich, um durch eine vertiefte Betrachtung der Resilienz eine höhere Verfügbarkeit der Straßenverkehrsinfrastrukturen zu ermöglichen.

Vor dem Hintergrund des zu erwartenden Anstieges der Verkehrsleistung ist für eine **Sicherstellung der Verfügbarkeit** der Straßeninfrastruktur (Forschungslinie 1.04) eine Erhöhung der Dauerhaftigkeit der Straßenkonstruktion bei gleichzeitiger Reduzierung der Bauzeiten erforderlich. Bei den derzeitigen Regelbauweisen sind Schwachstellen und mögliche Fehlerquellen innerhalb der Prozessketten zu detektieren und zu priorisieren sowie Regelkreisläufe aufzustellen. Die Arbeiten innerhalb der Bauprozesskette sind zu optimieren und neue Vorgehensweisen sowie neue Methoden zur Qualitätskontrolle zu entwickeln. Dabei sind Innovationen zu nutzen und in die Praxis umzusetzen.

Den Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen kommt aus Sicht des Straßennutzers eine besondere Bedeutung zu, so z.B. hinsichtlich der Gewährleistung der Verkehrssicherheit. Aber auch der Fahrkomfort und der bauliche Zustand der Straßenoberfläche sind von zentraler Bedeutung. In den letzten Jahren sind die akustischen Eigenschaften von Fahrbahnbelägen und der Rollwiderstand angesichts aktueller Forderungen zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Fokus gerückt. So sind inzwischen eine Vielzahl von Anforderungen an die Straßenoberfläche hinsichtlich der Griffigkeit, Ebenheit, Geräuschemission, des Rollwiderstandes und der Dauerhaftigkeit benannt. Bisher werden die Oberflächeneigenschaften von Straßenbelägen oftmals nicht zusammenhängend sondern einzeln und getrennt voneinander erfasst und bewertet. Mit einer **ganzheitlichen Betrachtung der Fahrbahnoberflächeneigenschaften** (Forschungslinie 1.05) wird ein wesentlicher Beitrag zur Optimierung von Fahrbahnoberflächeneigenschaften und bei der Erarbeitung von neuen, dem Stand der Technik und des Wissens entsprechenden Mess- und Bewertungsverfahren geleistet.

Von erheblicher Bedeutung für die Erhaltung der Bundesfernstraßen ist die **Substanzerfassung und -bewertung** der Straßeninfrastruktur (Forschungslinie 1.06). Im Vordergrund steht dabei die Entwicklung und Weiterentwicklung von durchgehenden Verfahren, deren Ergebnisse für übergeordnete Systeme der technischen und strategischen Erhaltungsplanung für die Objekt- und Netzebene bereitgestellt werden können. Dabei gilt es u.a., angepasste Messsysteme und Technologien zur effizienten und umfassenden Erfassung von Substanzmerkmalen zu identifizieren, Erfassungsmethodiken festzulegen und praxisnahe Aus- und Bewertungsverfahren zu entwickeln sowie die Möglichkeiten zur Datenverknüpfung, -aufbereitung und -bereitstellung zu optimieren.

Der effiziente Umgang mit begrenzten Ressourcen ist auch für den Straßenbau von immer größerer Bedeutung, daher stellt ein **ressourcenschonender und umweltverträglicher Straßenbau** (Forschungslinie 1.07) eine wichtige Herausforderung dar. Neben traditionellen Baustoffen sind dabei auch alternative Baustoffe und im Straßenbau zurückgewonnene Materialien zu betrachten. Es gilt, bei der Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen eine Vereinbarkeit von straßenbauspezifischen Belangen, Umweltschutz und Kreislaufwirtschaft zu erreichen.

Trotz des Bedarfs an **Innovationen im Straßenbau** (Forschungslinie 1.08) dauert die Entwicklung innovativer Ideen bis zu deren Umsetzung in die Praxis sehr lange. Angestrebt wird, durch die Entwicklung geeigneter Planungsinstrumente Möglichkeiten zu bieten, die Entstehungs- und Umsetzungsdauer von Innovationen signifikant zu verkürzen. Wichtigster Ansatzpunkt hierbei sind Verfahren zur Bewertung von Innovationen sowie Instrumente zur Steuerung und Straffung des Innovationsprozesses.

### **Digitale Entwicklung und technologischer Wandel (Mobilität 4.0)**

Die Digitalisierung erfasst zunehmend alle Bereiche der Wirtschaft, der Arbeitswelt und des gesellschaftlichen Lebens, somit auch den Straßenverkehr. Um die Mobilität 4.0 weiter voranzubringen, hat das BMVI u.a. einen Runden Tisch „Automatisiertes Fahren“ ins Leben gerufen sowie ein Digitales Testfeld Autobahn initiiert. Mit ihrer Forschung unterstützt die BASt diesen Weg.

Technische Entwicklungen im Bereich der Fahrzeugtechnik ermöglichen die Umsetzung zunehmend höherer Automatisierungsgrade in einer zunehmend größeren Zahl von Fahrsituationen. Die zu erwartenden Potentiale der **Fahrzeugautomatisierung** (Forschungslinie 1.09) in Bezug auf die Verkehrssicherheit und die effiziente Straßennutzung stehen dabei einer Reihe von Fragestellungen gegenüber, deren Beantwortung zu einem sicheren und gesellschaftlich akzeptierten Einsatz automatischer Fahrzeugsysteme führen soll.

Neben der Automatisierung stellt die **vernetzte Mobilität** (Forschungslinie 1.10) einen weiteren Kernbaustein der Mobilität 4.0 dar. Durch die zunehmende Vernetzung der am Straßenverkehr beteiligten Akteure infolge der Weiterentwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien in mobilen Endgeräten, in Fahrzeugen und in der Straßeninfrastruktur entstehen neue Möglichkeiten zur Verbesserung des Verkehrsmanagements und der Verbreitung von Verkehrsinformationen. Diese Potentiale können jedoch nur genutzt werden, wenn entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden. Hierzu sind Konzepte zu entwickeln, die zu einem reibungslosen Zusammenwirken der Technologien beim Verkehrsteilnehmer, im Fahrzeug und auf der Straße führen.

Elektrofahrzeuge, die mit Strom aus regenerativen Quellen angetrieben werden, sind eine Alternative für Treibstoffe wie Benzin oder Diesel. Bis 2020 sollen mindestens eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Auch im Nutzfahrzeugbereich sind Feldversuche zur Erprobung des verstärkten Einsatzes elektrischer Antriebe vorgesehen. Neben Batterieantrieben, die ein Ladesäulennetz erfordern, werden auch Konzepte wie Oberleitung und induktives Laden verfolgt. Für die Antriebsarten, die eine infrastruktureitige Investition erfordern, besteht ein entsprechend hohes Risiko von Fehlinvestitionen. Die BAST begleitet die Entwicklung der **Elektromobilität** (Forschungslinie 1.11) und bewertet die unterschiedlichen Konzepte, deren Auswirkungen und Realisierbarkeit auch aus Infrastruktursicht, u.a. anhand der Ergebnisse aus Feldversuchen.

Durch den zunehmenden Güterverkehr besteht die Gefahr, dass sich das Problem der Überlastung des Fernstraßennetzes weiter verschärft. Bei weiter **steigendem Güterverkehrsaufkommen** sind **Maßnahmen für eine zukunftsfähige Straßeninfrastruktur** zu entwickeln (Forschungslinie 1.12). Hierzu gehören u.a. Maßnahmen zur Netzsteuerung für Lkw oder für intelligentes Lkw-Parken. Auch gilt es, Maßnahmen zum Schutz kritischer Infrastrukturen vor zu hoher Belastung zu entwickeln.

### **Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit des Straßenverkehrs**

Verkehr ist ein entscheidender Antrieb für die gesellschaftliche Entwicklung, gleichzeitig erzeugt Verkehr zum Teil nachteilige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und auf ökologische Systeme. Das BMVI versteht es als wichtige verkehrspolitische Aufgabe, die unterschiedlichen Interessen und Zielkonflikte auszubalancieren. Die Forschung der BAST ist dabei wichtig, um sowohl die Umweltverträglichkeit des Straßenverkehrs als auch seine Leistungsfähigkeit weiter zu verbessern

Die Verminderung der Lärm- und Abgasemissionen von Kraftfahrzeugen und die Reduzierung der verkehrsbedingten Schadstoff- und CO<sub>2</sub>-Emissionen stellen im Spannungsfeld **Verkehr und Umweltschutz** (Forschungslinie 1.13) wesentliche Herausforderungen dar. Zusätzlich sind geeignete Maßnahmen zu entwickeln, um weiterhin aus Straßenverkehr und -bauwerken resultierende Beeinträchtigungen für Mensch und Umwelt abzubauen und dabei gleichzeitig relevante Schutzziele wie Mobilität und Verkehrssicherheit zu erhalten. Auch gilt es, die Barrierewirkung von Verkehrswegen abzubauen.

Wie die Verbesserung der Umweltverträglichkeit stellt auch die **Erhaltung und Optimierung der Leistungsfähigkeit** des Straßenverkehrs ein wichtiges Ziel entsprechender Forschung dar (Forschungslinie 1.14). Der Ausbau- sowie der Erhaltungsbedarf der Infrastruktur erfordern zukünftig vermehrt Arbeitsstellen an Straßen, mit entsprechenden nachteiligen Auswirkungen auf Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit. Durch Entwicklung von Maßnahmen zur Optimierung der Planung, Koordination und Abwicklung von Arbeitsstellen im Rahmen des Arbeitsstellenmanagements soll sichergestellt werden, dass das Eintrittsrisiko, die Dauer und Auswirkungen von arbeitsstellenbedingten Störungen auf ein Minimum reduziert werden. Beim Straßenbetriebsdienst besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der Arbeitsprozesse, Schutzmaßnahmen und des Einsatzes neuer Methoden und Technologien.

### **Straßenverkehrssicherheit**

Die Verkehrssicherheitsarbeit der letzten Jahre war sehr erfolgreich. Die Entwicklung der Getöteten bis einschließlich 2014 folgt insgesamt bislang dem Entwicklungspfad hin zu dem durch das Verkehrssicherheitsprogramm 2011 gesetzten Ziel. Das BMVI verfolgt weiter die feste Absicht, das gesteckte Ziel der Reduzierung der Getötetenzahl bis zum Jahr 2020 um 40 Prozent zu erreichen. Hierbei und über diesen Horizont hinaus leistet die Forschung der BAST einen wichtigen Beitrag.

Infrastrukturseitig sind dabei insbesondere **Entwurf und Ausstattung sicherer Straßen** von Bedeutung (Forschungslinie 1.15). Die Einheit von Planung, Bau und Betrieb ist eine Grundvoraussetzung für eine sicher befahrbare und funktionsgerechte Straßeninfrastruktur. Durch die Verwendung von einheitlichen Straßentypen sollen standardisierte Straßen geschaffen werden, die für die Verkehrsteilnehmer wiedererkennbar und begreifbar sind. Dabei steht die Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Landstraßen besonders im Vordergrund. Verkehrsunsicherheiten auf Bestandsstrecken sollen durch geeignete Auditverfahren frühzeitig erkannt und wirksam behoben werden. Dafür notwendige Werkzeuge des Sicherheitsmanagements sind weiter zu entwickeln. Verbindliche Einsatzkriterien für dauerhaft sichere Fahrzeurückhaltesysteme sollen flächendeckend für ein einheitliches Sicherheitsniveau sorgen, dabei soll auch die Anpassung des Bestands an das aktuelle Regelwerk betrachtet sowie das Regelwerk fortgeschrieben werden. Simulationsverfahren für Fahrzeurückhalteeinrichtungen sind zu entwickeln, um für die Beurteilung der Eignung neuer technischer Lösungen mehr Variationsmöglichkeiten zu haben. Untersuchungen zur Bussicherheit sollen u.a. dazu dienen, auch für zukünftige Herausforderungen eine sichere Funktion der Straßenausstattung gewährleisten zu können. Die verkehrssicherheitsfördernde Wirkung von Fahrbahnmarkierungen wird hinsichtlich der Nutzbarkeit für Fahrerassistenzsysteme weiterentwickelt. Bezüglich der Sicherheit in Straßentunneln gilt es, dem Tunnelnutzer ein hohes Maß an Sicherheit während der Fahrt durch einen Tunnel auch und gerade im Störfall zu gewährleisten.

Der **Verbesserung der Fahrzeugsicherheit** (Forschungslinie 1.16) kommt für die Aufrechterhaltung und Steigerung der Verkehrssicherheit nach wie vor große Bedeutung zu. Hierunter fallen sowohl die aktive Fahrzeugsicherheit mit der Bewertung präventiver Maßnahmen als auch die passive Fahrzeugsicherheit mit der Bewertung unfallfolgenmindernder Maßnahmen. Ziel ist die Vermeidung von Unfällen, die Reduzierung der Unfallschwere und die Minderung der Unfallfolgen durch Einführung und Verbreitung von wirkungsvollen Fahrzeugsicherheitssystemen in der Fahrzeugflotte. Voraussetzung für die Bewertung von Fahrzeugsicherheit bzw. deren Nutzen ist eine genaue Kenntnis des Unfallgeschehens. Nur so lassen sich effiziente Maßnahmen identifizieren. Um bestimmte Sicherheitssysteme fördern, vorschreiben oder vergleichend bewerten zu können, bedarf es zum einen objektiver Anforderungen an die Eigenschaften der Systeme. Zum anderen sind Test- und Bewertungsverfahren zu entwickeln, um diese Anforderungen abprüfen zu können.

Eine nachhaltige und sichere Mobilität erfordert Maßnahmen, die den **Gesellschaftlichen Wandel und das Verhalten im Verkehr** berücksichtigen und vorausschauend auf diese reagieren (Forschungslinie 1.17). Hierbei sind sowohl demografische, technologische als auch siedlungsstrukturelle Veränderungen in ihrem Einfluss auf die Verkehrssicherheit und das Mobilitätsverhalten zu untersuchen. Als Herausforderung für die Verkehrssicherheit erweist sich im Zuge des demografischen Wandels weniger der langfristige Bevölkerungsrückgang als vielmehr die Änderung in der Bevölkerungsstruktur. So werden im Jahr 2030 in Deutschland etwa 14 % weniger Kinder und Jugendliche leben als heute. Im Gegensatz hierzu wird sich der Anteil der Senioren an der Gesamtbevölkerung um rund 30% erhöhen. Darüber hinaus wird sich der Anteil von Flüchtlingen und Migranten in den kommenden Jahren deutlich erhöhen. Für eine sichere Mobilität müssen evidenzbasierte Maßnahmen entwickelt werden. Auch der Einfluss technologischer Entwicklungen, z.B. im Bereich der elektronischen Medien und Kommunikation, auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer ist zu untersuchen. Es gilt, Maßnahmen zu konzipieren, die die Vorteile dieser Innovationen für die Verkehrssicherheitsarbeit nutzen und möglichen Nachteilen für die Verkehrssicherheit begegnen.

Einen wichtigen Ansatzpunkt für die Verkehrssicherheitsforschung stellen ferner die **Verhaltensänderungen von Verkehrsteilnehmern** dar (Forschungslinie 1.18). Fehlerhaftes oder verkehrsunsaferes Verhalten sind wesentliche Unfallursachen. Daher gilt es, wissenschaftliche Grundlagen für die Förderung verkehrssicheren Verhaltens von motorisierten und nicht-motorisierten Verkehrsteilnehmern zu schaffen. Die Forschung hierzu muss alle Analyseschritte umfassen von der Erfassung und Bewertung des Verhaltens, seiner Ursachen und Rahmenbedingungen bis hin zur Konzeption von Maßnahmen einschließlich deren Evaluation. Dabei ist zu klären, welche Maßnahmen für welche Zielgruppe geeignet und effizient sind.

Verkehrssicherheitsforschung muss der **Sicherheit von Fußgängern, Radfahrern und physisch schwächeren Verkehrsteilnehmern** in besonderem Maße Rechnung tragen (Forschungslinie 1.19). Diesem Sachverhalt wird derzeit u.a. mit konstruktiven fahrzeugseitigen Maßnahmen, hauptsächlich zum Schutz von Fußgängern in Kollisionen mit Personenkraftwagen, begegnet. Neben einer Überprüfung und Überarbeitung der Testverfahren, die der sich stetig ändernden Fahrzeugpopulation

Rechnung tragen muss, bedarf es zudem einer Anpassung der Verfahren auf Radfahrer. Es ist zu untersuchen, inwieweit auch präventive Sicherheitssysteme am Kraftfahrzeug sowie technische Lösungen für das Fahrrad geeignet sind, das Problem zu adressieren. Ferner müssen Maßnahmen eruiert werden, mit denen auch ein adäquater Schutz von Radfahrern bei Alleinunfällen gewährleistet werden kann. Außerdem bedarf es eines integralen Ansatzes, um die Auswirkungen der aktiven Fahrzeugsicherheit auf die Sicherheit von schwächeren Verkehrsteilnehmern holistisch bewerten zu können. In diesem Zusammenhang sind ebenfalls Infrastrukturmaßnahmen zu berücksichtigen. Darüber hinaus gilt es, mögliche Sicherheitsrisiken, die durch die vermehrte Verbreitung von Pedelecs 25 entstehen, zu adressieren. Hinsichtlich der Beförderung von Kindern im Fahrzeug und der besonderen Anforderungen an deren Schutz bedarf es eines möglichst umfassenden Verständnisses. Hierbei müssen Aspekte der passiven und ggf. aktiven Fahrzeugsicherheit ebenso berücksichtigt werden wie soziologische Aspekte. Ein weiterer Fokus liegt auf der Sicherheit mobilitätseingeschränkter Personen insbesondere hinsichtlich einer Erhöhung des Schutzpotentials bei der Sicherung von Rollstühlen im Fahrzeug. Ferner werden auch Forschungsansätze zur Ermittlung der Anzahl von Schwerstverletzten weiterverfolgt, die schließlich zu einer gezielten Maßnahmenentwicklung führen sollen.

## 1.01 Zuverlässigkeit der Straßeninfrastruktur

### Kurzbeschreibung

Im Vordergrund der künftigen Forschungsaktivitäten zur Gewährleistung der Sicherheit stehen Fragen der Zuverlässigkeit der Straßenverkehrsinfrastruktur. Dies beinhaltet auch zuverlässigkeits- bzw. risikobasierte Ansätze im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung, des Erhaltungsmanagements sowie Aspekte der Tragfähigkeit, Sicherheit und der Funktionalität.

Dabei gilt es, im Rahmen eines ganzheitlichen Ansatzes bestehende zuverlässigkeits- und risikobasierte Verfahren und Vorgehensweisen für die Bereiche Bemessung, Sicherheitsbewertung, Nachrechnung, Zustandserfassung und -bewertung, Monitoring und Erhaltungsmanagement zu untersuchen, anzupassen und ggf. neu zu entwickeln mit dem Ziel, diese für die praktische Anwendung bereit zu stellen.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

<b>EU:</b>	EU Sustainable Development Strategy (2009 Review EU SDS), EU-Weißbuch Verkehr 2010,
<b>Bundesreg.</b>	Nationale Nachhaltigkeitsstrategie 2002
<b>BMVI:</b>	Straße im 21. Jahrhundert („sichere und verlässliche Straße“), Expertenetzwerk Themenbereich „Verlässliche Infrastruktur“

### Beteiligte Referate

B4 Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung (Federführung)  
B1 Betonbau  
B2 Stahlbau, Korrosionsschutz, Brückenausstattung  
B3 Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit  
GS3 Dimensionierung und Straßenaufbau  
GS4 Oberflächeneigenschaften, Bewertung und Erhaltung von Straßen

### Konzept

Die Forschungslinie wird ausgehend von relevanten Lebenszyklusphasen in folgenden thematischen Clustern bearbeitet:

- Cluster Bemessung/Dimensionierung, Nachrechnung
- Cluster Sicherheitsbewertung, Zustandserfassung und -bewertung, Monitoring
- Cluster Erhaltungsmanagement

Das Konzept sieht vor, zum einen grundsätzliche Fragestellungen zum Thema „Zuverlässigkeit der Straßeninfrastruktur“ zu bearbeiten und zum anderen konkrete aktuelle Fragestellungen der Bereiche Bauwerke bzw. Fahrbahn anzugehen.

In einem ersten Schritt sollen übliche und anerkannte Zielzuverlässigkeiten, z.B. anhand von Regelwerken, recherchiert und für Vergleichszwecke vorgehalten werden. Dabei ist zu erwarten, dass es Unterschiede gibt, ob es sich um die Zuverlässigkeit eines einzelnen Bauwerks/eines Streckenabschnitts handelt oder eines Netzes, zudem ob es sich um ein neues Bauwerk/einen neuen Streckenabschnitt handelt oder um ein Bauwerk/einen Streckenabschnitt, der nur noch für eine bestimmte festgelegte Zeit unter Verkehr sein soll, z.B. als Ergebnis einer Nachrechnung.

In diesem Zusammenhang sind auch die möglichen Auswirkungen nicht ausreichender Zuverlässigkeiten mit zu berücksichtigen. Dafür spielen die Lage des Bauwerks/des Streckenabschnitts im Netz und die Verkehrsbelastung eine wesentliche Rolle.

In einem zweiten Schritt muss erarbeitet werden, wie Zuverlässigkeiten von Einzelbestandteilen (Brücken, Tunnel, Fahrbahn) im Netz bzw. von ganzen Streckenabschnitten im Zusammenwirken ermittelt werden können. Je nach Art, Größe und Alter werden sich unterschiedlich aufwändige Möglichkeiten ergeben. Dabei wird auch zu beachten sein, dass die Zuverlässigkeiten immer nur eine Momentaufnahme darstellen, die sich mit der Zeit verändern. Somit muss die Ermittlung der jeweiligen Zuverlässigkeiten mit vertretbarem Aufwand wiederholbar sein.

Wissenschaftliche Methoden zur Bestimmung der Zuverlässigkeit von Bestandteilen bzw. einem (Straßen)-System als Ganzes haben einen sehr hohen Datenbedarf bzw. es ist eine Vielzahl von Randbedingungen bzw. Eingangsparametern zu bestimmen. Hier sind wissenschaftlich fundierte Abwägungsmöglichkeiten zu erarbeiten, um hinreichend genaue Zuverlässigkeitsangaben bei vertretbarem Datenaufwand zu erhalten. Dabei ist zu unterscheiden, ob die Daten einmalig und per Hand erfasst werden oder aber die Möglichkeit einer automatisierten und kontinuierlichen Datenerfassung gegeben ist. Es soll ein modulares Konzept entwickelt werden.

Neben diesen grundsätzlichen Arbeiten stehen Arbeiten zu konkrete Fragestellungen in den unterschiedlichen Clustern an:

### **Bemessung/Dimensionierung, Nachrechnung**

Auf dem Gebiet der Nachrechnung von Brückenbauwerken sind experimentelle und analytische Untersuchungen zur Weiterentwicklung von Ingenieurmodellen und Bewertungsverfahren notwendig sowie die Verankerung der Erkenntnisse in nationales und europäisches Regelwerk (Nachrechnungsrichtlinie, Eurocodes) sicherzustellen. Ebenso sollen die Erkenntnisse in die jetzt beginnende Weiterentwicklung des europäischen Regelwerks auf dem Gebiet der Bemessung von Brücken (Eurocodes) eingebracht werden.

Die rechnerische Dimensionierung von Verkehrsflächen in Asphalt- oder Betonbauweise ist seit wenigen Jahren Bestandteil des straßenbautechnischen Regelwerkes. Aus den bislang gewonnenen Erkenntnissen der baupraktischen Umsetzung werden fortlaufend Schlüsse gezogen, die in die Überarbeitung des Regelwerkes einfließen. Ziel dabei ist die Zuverlässigkeit der Dimensionierung über lange Nutzungsdauern weiter zu steigern. Probabilistische Methoden, die Anwendung von FEM-Modellen und die Verknüpfung beider stellen dabei wesentliche Forschungspunkte dar.

Im Zuge der Planung und Ausführung von Ingenieurbauwerken im Bereich des Grund- und Tunnelbaus ergeben sich regelmäßig Fragestellungen, die Anpassungen der Regelwerke der Bundesfernstraßen erforderlich erscheinen lassen. Im Bereich der Stützkonstruktionen hat sich beispielsweise durch die breite Anwendung von Gabionen gezeigt, dass bisher kein realitätsnahes Verfahren für den Nachweis der inneren Tragfähigkeit existiert. Ziel ist es, auf Basis von Belastungsversuchen ein solches Verfahren vorzuschlagen. Analog dazu sind weitere Anpassungen bezüglich der Bemessungsvorgaben im Verlauf der aktuellen mittelfristigen Forschungsplanung zu erwarten.

### **Sicherheitsbewertung, Zustandserfassung und –bewertung, Monitoring**

Vor dem Hintergrund der Anforderungen an Bestandsbauwerke und vorhandener Defizite sind Verfahren der Dauerüberwachung zunehmend im Fokus. Hier geht es zum einen um die Bewertung des Nutzens der Dauerüberwachung sowie um die Einbindung von Dauerüberwachungsmaßnahmen in Ertüchtigungsstrategien im Hinblick auf eine mögliche Kompensation von Defiziten. Zum anderen ist in diesem Zusammenhang die Weiterentwicklung von angepasster Sensorik, von Verfahren der Datenanalyse und Bewertung im Rahmen des Forschungsschwerpunkts Intelligente Brücke sowie die Untersuchung der Möglichkeiten des Building Information Modelling (BIM) für Übernahme, Bereitstellung und Analyse von Ergebnissen der Dauerüberwachung aufzuführen.

Für ein gezieltes strategisches und operatives Erhaltungsmanagement ist die Erfassung und Bewertung der Zustände der Straßenverkehrsanlagen (Straßenoberbau, Ingenieurbauwerke, sonstige Anlagenteile) von grundlegender Bedeutung. Dass betrifft sowohl die Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) der Fahrbahnen als auch die Bauwerksprüfung/Objektbezogene Schadenanalyse (OSA) der Brücken und Ingenieurbauwerke des Bundesfernstraßennetzes.

Im Zusammenhang mit der Zuverlässigkeit der Straße als Ganzes spielen performancebasierte bzw. risikoorientierte Sicherheitsbewertungen für Tunnelbauwerke eine sehr große Rolle.

### **Erhaltungsmanagement**

Die Nutzung des der ZEB innewohnenden Potentials über die bisherige Vorgehensweise hinaus soll eine erweiterte Bewertung des Zustands des gesamten Straßenoberbaus möglich machen. So wäre eine Einschätzung der Örtlichkeit und des Umfangs tiefergehender Substanzmängel im Vorfeld der Aufstellung von Erhaltungsprogrammen möglich.

In gleichem Maße stellen die Validierung und sinnvolle Einbeziehung innovativer, (teil-)automatisierter Verfahren zur Bauwerksprüfung/Objektbezogenen Schadensanalyse (OSA) und Methoden der

Sicherheitsbewertung wichtige Aufgaben dar, die in Zusammenarbeit mit dem BMVI und den Ländern zielgerichtet anzugehen sind.

Der adäquaten Berücksichtigung des Zustands sowohl des gesamten Straßenoberbaus als auch des inneren und äußeren Zustandes der Bauwerke bzw. Bauwerksteile im Erhaltungsmanagement der Bundesfernstraßen kommt eine überragende wirtschaftliche Bedeutung zu, u.a. auch bei der Prognose des langfristig notwendigen finanziellen Erhaltungsbedarfs.

### Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Bemessung und Nachrechnung	Grundlagen (z.B. Definition Zuverlässigkeit) erarbeitet	Geeignete Verfahrens zur Ermittlung von Zuverlässigkeiten	Verfahren zielführend angepasst	Verfahren sind evaluiert	Erste Pilotanwendungen
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt
Sicherheitsbewertung, Zustandserfassung	Grundlagen (z.B. Definition Zuverlässigkeit) erarbeitet	Geeignete Verfahrens zur Ermittlung von Zuverlässigkeit	Verfahren zielführend angepasst	Verfahren sind evaluiert	Erste Pilotanwendungen
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt
Erhaltungsmanagement	Grundlagen (z.B. Definition Zuverlässigkeit) erarbeitet	Geeignete Verfahrens zur Ermittlung von Zuverlässigkeit	Verfahren zielführend angepasst	Verfahren sind evaluiert	Erste Pilotanwendungen
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

### Ziele und angestrebte Umsetzung

Erfassung, Beurteilung, Darstellung und Erhöhung der Zuverlässigkeit der Straßenverkehrsinfrastruktur durch

- Definition von Zuverlässigkeiten,
- Entwicklung eines modularen Konzepts zur sukzessiven Erreichung der Zielzuverlässigkeiten,
- Einbeziehung vorhandener Aktivitäten (EU, FEHRL, BMVI, BAST, ...),
- Erarbeitung von Handlungsempfehlungen,
- Konzeption und Durchführung von Pilotanwendungen,
- Erkennen und Bearbeiten vorhandener Schnittstellen,
- ergänzende Forschung in Bereichen mit Defiziten,
- Vereinheitlichung der Durchführung von Risikoanalysen und Sicherheitsbewertungen (u.a. von Straßentunneln),
- Fortschreibung performancebasierter bzw. risikoorientierter Ansätze im Rahmen der Sicherheitsbewertung auch bei der Abwicklung temporärer Bauzustände sowie der Optimierung von Lüftungssystemen mittels eines Modelltunnels,
- Fortschreibung von Regelwerken (z.B. RABT, ZTV ZEB-StB, ZTV-ING, RStO, RDO Asphalt und RDO Beton),
- Ableitung, Weiterentwicklung realitätsnaher Nachweisverfahren (u.a. für den Grund- und Tunnelbau).

## 1.02 Zukunftsfähige Straßeninfrastruktur

### Kurzbeschreibung

Die Berücksichtigung des Lebenszyklus als wesentlicher Aspekt der Nachhaltigkeit von Straßeninfrastrukturen ist eine Voraussetzung zur langfristigen Erfüllung von Mobilitätsanforderungen. Eine strategieorientierte Vorgehensweise über den gesamten Lebenszyklus ist bislang nur eingeschränkt realisiert. Hier stellt ein Lebenszyklus-Management einen innovativen Ansatz dar. Entsprechende Aspekte sind bei Bau und Erhaltung sowie bei Umbau-, Nachrüstungs- und Rückbaumaßnahmen im Hinblick auf Baustoffe, Bauweisen, Bauverfahren, konstruktive Ausbildung und Ausstattung zu berücksichtigen. Innovative Technologien sind hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit und Verwendungsmöglichkeit zu untersuchen und zu bewerten. Die Umsetzung der Ergebnisse erfolgt in den relevanten Regelwerken.

Die Zielsetzung der Forschungslinie ist die Erarbeitung nachhaltiger Lösungen auf den Gebieten Planung/Erstellung, Betrieb/Erhaltung sowie Rückbau/Ersatz für eine zukunftsfähige Straßeninfrastruktur als Grundlage für eine langfristige effiziente Straßennutzung.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

<b>EU:</b>	EU Sustainable Development Strategy (2009 Review EU SDS), Bauproduktenverordnung 2011
<b>Bundesregierung:</b>	Nationale Nachhaltigkeitsstrategie 2002, Ressourceneffizienzprogramm 2012
<b>BMVI:</b>	Straße im 21. Jahrhundert: „F: Die nachhaltige Straße“

### Beteiligte Referate

B1 – Betonbau (Federführung)  
B2 – Stahlbau, Korrosionsschutz, Brückenausstattung  
B3 – Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit  
B4 – Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung  
GS2 – Betonbauweisen  
GS3 – Dimensionierung und Straßenaufbau  
S3 - Asphaltbauweisen

### Konzept

Die Forschungslinie wird ausgehend von relevanten Lebenszyklusphasen in folgenden thematischen Clustern bearbeitet:

- Cluster Planung/Erstellung
- Cluster Betrieb/Erhaltung
- Cluster Rückbau/Ersatz

Die Berücksichtigung des Lebenszyklus als wesentlicher Aspekt der Nachhaltigkeit von Straßeninfrastrukturen ist eine Voraussetzung zur langfristigen Erfüllung von Mobilitätsanforderungen. Das Straßennetz muss sicher, leistungsfähig und - auch im Hinblick auf die stetig ansteigenden Verkehrslasten - zukunftsfähig sein, um die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands sicherzustellen. Eine Schlüsselrolle kommt den Straßen, Brücken, Tunneln und weiteren Ingenieurbauwerken zu, für die eine ganzheitliche und strategieorientierte Vorgehensweise über den gesamten Lebenszyklus bislang nicht oder nur eingeschränkt realisiert ist. Hier stellt ein Lebenszyklus-Management einen integrierten und innovativen Ansatz dar, der schon beim Entwurf den gesamten Lebenszyklus im Hinblick auf alle Aspekte der Nachhaltigkeit (Umweltfreundlichkeit, soziale Kriterien, Wirtschaftlichkeit und technische Qualität) berücksichtigt. In Lebenszyklusanalysen (LCA, LCC) fließen alle relevanten Informationen ein, so dass eine Bewertung hinsichtlich vorhandener Potenziale zur Verbesserung und Optimierung erfolgen kann. Eine Verbesserung der Eingangsparameter zur Erhöhung der Genauigkeit von Lebenszyklusanalysen ist ebenfalls anzustreben. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass die Bedeutung von Lebenszyklus- und Nachhaltigkeitsaspekten als Bestandteil der Vergabekriterien ansteigen wird.

Projekte, die zu dieser Forschungslinie gehören, dienen zur Entwicklung eines „Life Cycle Management“ für Straßeninfrastrukturen. In diesem Zusammenhang ist das Building Information

Modeling (BIM) aufzuführen, eine digitalisierte Methode zur Unterstützung von Planung, Ausführung und Betrieb von Bauwerken. Grundlage bildet dabei die strukturierte Bereitstellung von Informationen zur gemeinschaftlichen Nutzung während des Lebenszyklus. Dabei können bestehende Datenbanken eine Grundlage bilden und zielgerichtet weiterentwickelt werden.

Auch bei Bau, Erstellung und Erhaltung von Straßen und Ingenieurbauwerken sowie bei Umbau-, Ergänzungs-, Ersatz-, Nachrüst-, und Rückbaumaßnahmen sind entsprechende Aspekte im Hinblick auf Baustoffe, Bauweisen, Bauverfahren, konstruktive Ausbildung und Ausstattung zu berücksichtigen. Dies betrifft z.B. eine verbesserte bauwerksbezogene Erhaltungsstrategie. Während sich z.B. beim Brückenneubau die Verkehrsentwicklung durch die Anpassung von Lastmodellen widerspiegelt, bestehen bei Bestandsbrücken auch geänderte Anforderungen an Kapazitätskriterien, die für eine zukunftsfähige Ertüchtigung zu berücksichtigen sind. Aufgrund geänderter Anforderungen besteht häufig auch die Notwendigkeit der Nachrüstung z.B. von Elementen zur Verbesserung des Schutzes und der Verkehrssicherheit, was auch erweiterte Anforderungen an Bestandsbauwerke beinhaltet.

Ein wichtiger Aspekt ist die Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Bauwerken der Straßeninfrastruktur. Hierzu tragen Maßnahmen zur Qualitätssicherung ebenso bei wie konstruktive Maßnahmen. Zur Sicherstellung der bewährten Qualität von Ingenieurbauwerken sind künftig Prüfverfahren, mit denen die Leistungsfähigkeit des Baustoffs beurteilt werden kann, erforderlich. Die probabilistische Dauerhaftigkeitsbemessung kann einen weiteren wichtigen Beitrag leisten.

Die betriebstechnischen Anlagen von Tunnelbauwerken unterliegen Alterungsprozessen sowie den Einwirkungen durch den Verkehr. Verschmutzungen erfordern die regelmäßige Reinigung der Anlagen. Alterungsprozesse erfordern beispielsweise den Austausch von Leuchtmitteln etc. im Zuge von Wartungsarbeiten. Im Zuge der Untersuchungen sollen die Ermittlung der Auswirkungen von Wartung und Reinigung in Abhängigkeit von der Durchführung auf die Lebensdauer betriebstechnischer Anlagenteile bestimmt werden.

Zudem wird gerade auch im Bereich der Erhaltung das Thema der Verstärkung von Stahlbrücken sowie das Verzinken im Brückenbau (als Alternative zum herkömmlichen Korrosionsschutz mit Beschichtungssystemen) und die Umwicklung von vollverschlossenen Seilen mit Korrosionsschutzbändern deutlich unter Berücksichtigung von Lebenszyklusaspekten untersucht werden.

Im Bereich des Straßenbaus soll durch eine Anpassung der RStO und der rechnerischen Dimensionierungsverfahren die Langlebigkeit des Straßenoberbaus weiter optimiert werden. Neue Asphaltbauweisen werden entwickelt, die die Emissionen des gesamten Herstellungs- und Mischungsprozess reduzieren sollen. Temperaturreduzierte Asphaltbauweisen wie „Warm Mix Asphalt“ oder die Verwendung von „Schaumbitumen“ sind hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit und Umweltfreundlichkeit weiter zu untersuchen. Hierbei stehen die Effekte der eingesetzten Additive im Fokus. Darüber hinaus gibt es Verbesserungspotenzial in der Energieeffizienz der Asphaltmischwerke. Die Einsatzmöglichkeiten von Ausbauasphalt sollen weiter erforscht werden, um ihren Anwendungsbereich zu erweitern.

Im europäischen Kontext werden die in den letzten Jahren entwickelten „Umweltproduktdeklarationen“ von Bauprodukten weiter an Bedeutung gewinnen. Entsprechend zu diesen sollen nationale Regelwerke entwickelt werden.

Die aktuelle hohe Belastung des deutschen Bundesfernstraßennetzes erfordert den Einsatz von neuen, innovativen und zukunftsweisenden Technologien für Straßen und Ingenieurbauwerke, die hinsichtlich ihrer künftigen Einsatzmöglichkeiten zu untersuchen und zu bewerten sind. Eine besondere Herausforderung liefert in diesem Zusammenhang das Bauen im Bestand. Zudem sollten die vorhandenen Technologien verbessert und optimiert werden und neue Technologien hinsichtlich einer geregelten Verwendung überprüft werden.

Mit der Einbindung von Lebenszyklusaspekten in Regelwerke wird die Umsetzung im Zusammenhang mit Baumaßnahmen sichergestellt. Initiativen der EU wie die Überarbeitung ihrer Empfehlungen zum „Green Public Procurement“ sind zu begleiten und ihre Relevanz für die nationalen Regelwerke abzuschätzen.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Planung und Erstellung	Machbarkeitsstudien und Bedarfsanalysen	Die Grundlagen sind erarbeitet	Handlungsempfehlungen sind bereitgestellt	Verfahren sind evaluiert	Erste Pilotanwendungen
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt
Betrieb und Erhaltung	Machbarkeitsstudien und Bedarfsanalysen	Die Grundlagen sind erarbeitet	Handlungsempfehlungen sind bereitgestellt	Verfahren sind evaluiert	Erste Pilotanwendungen
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt
Rückbau und Ersatz	Machbarkeitsstudien und Bedarfsanalysen	Die Grundlagen sind erarbeitet	Handlungsempfehlungen sind bereitgestellt	Verfahren sind evaluiert	Erste Pilotanwendungen
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## Ziele und angestrebte Umsetzung

- Konzeptionen zur Berücksichtigung von Lebenszyklusaspekten bei Neubauten und bestehenden Straßen und Bauwerken sowie bei Umbau-, Erhaltungs-, Ergänzungs-, Ersatz-, Nachrüst-, und Rückbaumaßnahmen
- Weiterentwicklung und Beurteilung von Verfahren der Qualitätssicherung
- Beurteilung neuer Technologien bei Baustoffen, Bauweisen, Bauverfahren und Ausstattungen im Hinblick auf Einsatzmöglichkeiten, Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit, sozialen Aspekten und Verbesserung der Sicherheit
- Einbeziehung von Lebenszyklus- und Nachhaltigkeitsaspekten in nationale und europäische Regelwerke
- Einbindung von Nachhaltigkeitsaspekten in die Vergabephase

## 1.03 Verbesserung der Widerstandfähigkeit (Resilienz) des Straßenverkehrs

### Kurzbeschreibung

Zur Verbesserung der Widerstandfähigkeit (Resilienz) des Straßenverkehrs soll eine ganzheitliche Betrachtung und Beurteilung der Straßenverkehrsinfrastruktur hinsichtlich ihrer Fähigkeiten zur Vorbereitung auf, zur Planung für, zum Verkräften von, zur Adaption an sowie zur schnellen Wiederinbetriebnahme nach unerwünschten und ungeplanten Ereignissen erfolgen. Dabei sollen relevante Ereignisse wie Extremwetterereignisse (einschl. Klimawandel) sowie vom Menschen verursachte Ereignisse ebenso vertieft untersucht werden wie unerwünschte Effekte durch die Alterung der Infrastruktur. Es erfolgt daher die Entwicklung von Verfahren zur Analyse der Resilienz von Straßenverkehrsinfrastrukturen, bei denen mit Hilfe risikobasierter Untersuchungen mögliche Einschränkungen der Resilienz identifiziert und in weiteren Schritten bewertet werden. Zur Sicherstellung und Erhöhung der Resilienz werden jeweils Ansätze für die Bauwerks- und die Straßennetzebene entwickelt und bewertet. Die Verbesserung der Resilienz in einer sich schnell ändernden Umwelt ist in vielen Aspekten eine Daueraufgabe. So müssen z.B. alle auf Klimaprojektionen basierenden Regelwerke regelmäßig, wenn neue Daten vorliegen, überprüft und ggf. angepasst und erweitert werden. Ferner hat sich gezeigt, dass für einige Resilienz Aspekte eine verkehrsträgerübergreifende (intermodale) oder infrastrukturübergreifende (intersektorale) Herangehensweise sinnvoll sein kann, da mehrere oder gar alle Verkehrsträger bzw. Infrastrukturen ähnlichen Risiken ausgesetzt sind und auch etwaige Maßnahmen verkehrsträgerübergreifend behandelt werden können. Daher ist auch die Vernetzung mit anderen Verkehrsträgern und die Analyse gemeinsamer Lösungsansätze Bestandteil der neuen Forschungslinie. Ferner sollen auch Vorschläge für die Berücksichtigung von Resilienz Aspekten in die relevanten Regelwerke für den Bundesfernstraßenbereich erarbeitet werden. Insgesamt soll eine vertiefte Betrachtung der Resilienz eine höhere Verfügbarkeit der Straßenverkehrsinfrastrukturen ermöglichen.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

- EU:** European Programme for Critical Infrastructure Protection (EPCIP), Horizon 2020, Forever Open Road, FORx4
- Bundesreg.:** Forschung für die zivile Sicherheit 2012 – 2017, Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt 2015-2020, DAS, APA II; Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
- BMVI:** Straße im 21. Jahrhundert, Sicherheitsstrategie für die Güterverkehrs- und Logistikwirtschaft, Sonderprogramm Brückenmodernisierung

### Beteiligte Referate

- B3 - Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit (Federführung)
- S1 - Intelligenter Straßenaufbau, Regenerative Energie, Klimawandel, AG Klima (Federführung)
- B1 – Betonbau
- B2 - Stahlbau, Korrosionsschutz, Brückenausstattung
- B4 - Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung
- GS2 – Betonbauweisen
- GS4 - Oberflächeneigenschaften, Bewertung und Erhaltung von Straßen
- S2 - Erdbau, Mineralstoffe
- S3 – Asphaltbauweisen
- V3 – Umweltschutz
- V5 - Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb
- Z5 - Externe Forschung, Wissensmanagement

### Konzept

Die Forschungslinie wird ausgehend von der Klassifikation und den Definitionen in 4 Clustern bearbeitet:

- Cluster Eingangsdaten und Szenarien (FF B3)
- Cluster Verwundbarkeit und Kritikalität (FF S1)
- Cluster Steigerung der Widerstandsfähigkeit durch Verfahren und Maßnahmen (FF B3)
- Cluster Aspekte resilienter Infrastrukturen (FF S1)

Die Resilienz betrachten beginnt mit der Erarbeitung und Aufbereitung von **Eingangsdaten und Szenarien**. Untersucht werden Naturereignisse wie Überschwemmungen, Hangrutschungen oder extreme Niederschlagsereignisse sowie neuartige Bedrohungen wie beispielweise die Cyber-Kriminalität oder solche, die sich aus der verminderten Widerstandsfähigkeit alternder Infrastruktur ergeben und ebenfalls zu Störungen oder zum ungeplanten Ausfall führen können. Die zugehörigen Eingangsdaten für die risikoanalytischen Betrachtungen müssen noch erarbeitet bzw. aufbereitet werden, da insbesondere die immer wieder zu aktualisierenden Klimadaten eine dauerhaft fortschreitende Anpassung nach sich ziehen.

Auf dem Weg zu einer resilienten Straßenverkehrsinfrastruktur bedarf es in Zukunft der Weiterentwicklung von wissenschaftlichen Ansätzen zur Bestimmung der **Verwundbarkeit und Kritikalität**. In einem ganzheitlichen Ansatz werden daneben auch die weiteren Aspekte von Resilienz wie Reaktion im Ereignisfall, Wiederherstellung und Wiederinbetriebnahme der Infrastruktur aufgegriffen. Es werden daher vorhandene Methoden wie z.B. das RIVA-Pilotwerkzeug weiterentwickelt, validiert und demonstriert werden. Dabei erfolgt in Teilen eine Zusammenarbeit mit den Betreibern anderer Verkehrsträger u.a. im Rahmen des BMVI-Expertennetzwerkes „Wissen-Können-Handeln“, Themenfeld „Anpassung an Klimawandel und extreme Wetterereignisse“ und Themenfeld „Verlässlichkeit der Verkehrsinfrastrukturen erhöhen“ bzw. den Betreibern von Infrastrukturen aus anderen Sektoren, die die gleichen Gefahren zu bewältigen haben und ähnliche Konzepte verfolgen.

Für die verschiedenen Phasen der Resilienz vor, während und nach einem Ereignis erfolgt eine **Steigerung der Widerstandsfähigkeit durch Verfahren und Maßnahmen**. Diese dienen der Sicherstellung bzw. Erhöhung der Resilienz auf Objekt- und Netzebene von Straßenverkehrsinfrastrukturen. Die Maßnahmen steigern den Schutz vor relevanten Gefahren wie Extremwetterereignissen oder vor Gefahren, die durch Menschen, bewusst oder unbewusst, sowie durch technisches Versagen verursacht werden, sie schützen vor bereits untersuchten und neuen Gefahren. Die Verfahren und Maßnahmen werden (weiter) entwickelt und erprobt, wobei auch hier die verkehrsträgerübergreifende Zusammenarbeit u.a. im Rahmen des BMVI-Expertennetzwerkes Synergien befördern kann.

Abschließend werden relevante **Aspekte resilienter Straßenverkehrsinfrastrukturen** und eines resilienten Straßenverkehrsnetzes strukturiert zusammengestellt. Dabei sollen Empfehlungen z.B. sowohl für verschiedene Phasen der Resilienz als auch für verschiedene Szenarien für die Objekt- und Netzebene erarbeitet werden. Die erarbeiteten Aspekte resilienter Straßenverkehrsinfrastrukturen können nachfolgend Grundlage für die Anpassung von Standards und Regelwerken sein.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Eingangsdaten und Szenarien			Wesentliche Eingangsdaten und Szenarien definiert		
	Eig <sup>1</sup> Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext X Dritt X	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Verwundbarkeit und Kritikalität			Ganzheitlicher Resilienzansatz zur Bestimmung von Verwundbarkeit und Kritikalität liegt vor. RIVA Pilotwerkzeug weiterentwickelt.		
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig X Ext X Dritt X	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Steigerung der Widerstandsfähigkeit durch Verfahren und Maßnahmen				Relevante Verfahren und Maßnahmen zur Steigerung der Widerstandsfähigkeit entwickelt und erprobt	
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig X Ext X Dritt X	Eig Ext Dritt
Aspekte resilienter Infrastrukturen					Zusammenstellung von Aspekten resilienter Infrastrukturen
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig X Ext X Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## Ziele und angestrebte Umsetzung

- Identifizierung relevanter Eingangsdaten für Resilienzuntersuchungen
- Fortsetzung und Vertiefung der Untersuchungen zu bereits bekannten sowie Identifizierung und Bewertung weiterer relevanter Gefahren
- Entwicklung eines ganzheitlichen Resilienzansatzes zur Bestimmung von Verwundbarkeit und Kritikalität
- Entwicklung von Methoden und Maßnahmen zur Verbesserung der Resilienz von Straßenverkehrsinfrastrukturen und des Straßenverkehrsnetzes
- Zusammenstellung wesentlicher Aspekte resilienter Infrastrukturen (Objekt- und Netzebene)
- Umsetzung durch Vernetzung mit anderen Infrastrukturbetreibern
- Umsetzung durch Dritte (z.B. Entwicklung resilienter Systeme, Risikomanagement Logistik, Bewertungssoftware etc.)

## 1.04 Sicherstellung der Verfügbarkeit

### Kurzbeschreibung

Um die Verfügbarkeit und die Leistungsfähigkeit der Straßeninfrastruktur vor dem Hintergrund des prognostizierten drastischen Anstieges der Verkehrsleistung, einer Verknappung der Ressourcen sowie einer erhöhten Beanspruchung infolge klimatischer Veränderungen langfristig und zuverlässig sicherzustellen, sind zum einen die Erhöhung der Dauerhaftigkeit der Straßenkonstruktion, zum anderen die Reduzierung des Zeitbedarfs für notwendig werdende Baumaßnahmen erforderlich. Dazu sind Innovationen zu nutzen und in die Praxis umzusetzen.

Um die erforderliche hohe Qualität aller mit dem Bau und der Erhaltung von Straßen verbundenen Arbeiten sicherzustellen, sind bei den derzeitigen Regelbauweisen Schwachstellen und mögliche Fehlerquellen innerhalb der Prozessketten zu detektieren und zu priorisieren sowie Regelkreisläufe aufzustellen. Aufbauend auf diesen Ergebnissen sind die Arbeiten innerhalb der Prozesskette zu optimieren und neue Vorgehensweisen zu entwickeln. Zur Überprüfung und Überwachung dieser Arbeiten sind neue Methoden zur Qualitätskontrolle zu entwickeln, die eine schnelle und flächendeckende Beurteilung gewährleisten.

Für künftige neue Entwicklungen von Materialien und Bauweisen ist die optimierte Prozesskette entsprechend zu modifizieren bzw. weiterzuentwickeln. Die derzeitige erforderliche Zeitschiene bis zur Umsetzung in die Praxis ist dabei deutlich zu verkürzen.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

<b>EU:</b>	Verkehrsweißbuch: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem KOM(2011) 144 endg.
<b>Bundesreg.:</b>	3. Verkehrsforschungsprogramm „Mobilität und Verkehrstechnologien“
<b>BMVI:</b>	Straße im 21. Jahrhundert

### Beteiligte Referate

GS2 – Betonbauweisen (Federführung)  
S3 – Asphaltbauweisen (Federführung)  
GS3 – Dimensionierung und Straßenaufbau  
S1 – Intelligenter Straßenaufbau, Regenerative Energie, Klimawandel  
V1 – Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung

### Konzept

Die Forschungslinie wird ausgehend von der Klassifikation und den Definitionen in den nachfolgenden Clustern bearbeitet:

- Analyse und Optimierung der Prozesskette für die Regelbauweisen (FF: GS2)
- Entwicklung robuster Baustoffsysteme und dauerhafter Bauweisen im Betonstraßenbau (FF: GS2)
- Entwicklung neuer dauerhafter Bauweisen und Materialien im Asphaltstraßenbau (FF: S3)
- Sicherstellung der Dauerhaftigkeit – Qualitätssicherung durch zerstörungsfreie, flächendeckende Untersuchung und Beurteilung (FF: GS3)
- Optimierte bauliche Erhaltung (FF: S3)

### Analyse und Optimierung der Prozesskette für die Regelbauweise

Der Herstellprozess sowohl von Asphalt- als auch von Betonstraßen ist durch eine große Zahl von Prozessteilnehmern und Schnittstellen geprägt. Die gegenseitigen Abhängigkeiten von Baustoffproduzenten und Einbaubeteiligten machen eine lückenlose Prozesskontrolle notwendig. Um eine gleichbleibende Qualität zu erzielen, ist u. a. die kontinuierliche Abstimmung der einzelnen Prozessabschnitte (Mischen, Transport/Förderung, Einbau, Verdichtung, Nivellierung und Profilierung) erforderlich. Zur Optimierung dieser Prozesskette sind die Regelbauweisen auf mögliche Fehlerquellen hin zu analysieren und darauf aufbauend sind prozessspezifische Verbesserungen zu entwickeln.

Die digitale Vernetzung der in den Teilprozessen zum Einsatz kommenden Anlagen mittels Abgleich aller Prozessdaten (Prinzip „Internet der Dinge“) ist ein entscheidender Baustein, um dieses Ziel zu erreichen. Damit kann gleichzeitig eine lückenlose Dokumentation des Herstellungsprozesses gewährleistet werden.

### **Entwicklung robuster Baustoffsysteme und dauerhafter Bauweisen im Betonstraßenbau**

Künftig sind sowohl die Intervalle als auch die Dauer von Erhaltungsmaßnahmen zu reduzieren. Weiterhin sind Bauweisen und Materialien an die prognostizierten klimatischen Änderungen so anzupassen, dass insgesamt eine lange Dauerhaftigkeit und ein minimaler Erhaltungs- und Unterhaltungsaufwand erreicht wird.

An die Entwicklung von Materialien und Bauweisen, die diese Anforderungen erfüllen, schließt sich die Erprobung unter realen Bedingungen und deren Bewertung an. Angestrebt wird eine zeitnahe Umsetzung in die Praxis. Vertieft zu untersuchen sind die folgenden Entwicklungen:

- Robuste Baustoffsysteme zur Herstellung von Betondecken mit lärmindernder Wirkung und ausreichendem Widerstand hinsichtlich künftiger Beanspruchungen (z. B. Klima). (GS2)
- Großflächige Fertigteilsysteme für die Anwendung in den Bereichen des Neubaus und der Bauliche Erhaltung, unter Ausnutzung der Vorzüge aus der Werksfertigung. (GS2)
- Neu- und/oder Weiterentwicklung von Kompositbauweisen. (S1)
- Erhaltungsfreundliche Betonbauweisen und Querschnitte. (GS2)

### **Entwicklung neuer Bauweisen und Materialien im Asphaltstraßenbau**

Die Herausforderungen des Asphaltstraßenbaus bestehen grundsätzlich darin, durch eine hohe Bauqualität und die gezielte Auswahl der Baustoffe den Belastungen aus Verkehr und Witterung gerecht zu werden und die geforderte Nutzungsdauer zu erreichen oder gar zu übertreffen. Zukünftig kommen die Auswirkungen des Klimawandels, die Zunahme des Güterverkehrs und steigende Anforderungen an die Ressourcenschonung hinzu. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen werden neue innovative Asphaltbauweisen benötigt, möglicherweise ergänzt durch neuartige Materialien.

- Innovative Asphaltbauweise, welche die Anforderungen Dichtheit, Ermüdungsbeständigkeit und Lärminderung verbindet und eine gute Dauerhaftigkeit erwarten lässt. Die Schonung natürlicher Ressourcen soll durch einen möglichst hohen Anteil von wiederverwendetem Asphalt sichergestellt werden.

### **Sicherstellung der Dauerhaftigkeit – Qualitätssicherung durch zerstörungsfreie, flächendeckende Untersuchung und Beurteilung**

Im Widerspruch zur Straße als Linien- bzw. Flächenbauwerk stehen zur Qualitätssicherung der strukturellen Merkmale (Verdichtung, Tragfähigkeit, etc.) der fertigen Bauleistung die bislang angewendeten Prüfverfahren, die fast ausschließlich punktuell messen. Die aus derartigen Prüfverfahren gewonnene Informationsdichte ist im Verhältnis zur betrachteten Gesamtfläche verschwindend gering und birgt die Gefahr, nicht repräsentativ zu sein.

Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit und die zu minimierende Anzahl zerstörender Bohrkernentnahmen sowie die Steigerung der Informationsdichte haben zerstörungsfreie Messverfahren das Potential, wirtschaftlich kontinuierliche linien- bzw. flächendeckende Informationen zum Material und zum strukturellen Straßenzustand zu liefern. Somit können sowohl Schwachstellen in Straßenbefestigungen gezielt auffindig gemacht werden als auch Einbauparameter kontinuierlich überprüft und im Rahmen der Qualitätssicherung protokolliert werden. Dies erfolgt in Abstimmung mit dem Cluster C1.

- Flächendeckende Technologien zur Erfassung und Protokollierung von Material- und Strukturparametern während des Bauprozesses.
- Optimierung oder Entwicklungen von Technologien zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit aller relevanten Oberflächeneigenschaften, insbesondere Griffigkeit, Drainage und Lärminderung.
- Gezielte Auffindung von strukturellen, an der Oberfläche nicht sichtbaren Schwach- und Schädstellen zur Minimierung von zerstörenden Prüfungen und zur Optimierung von Instandsetzungs- und Erneuerungsmaßnahmen mittels zerstörungsfreier Messverfahren.

## Optimierte bauliche Erhaltung

Das Bundesfernstraßennetz wird in den nächsten Jahren zunehmend von der baulichen Erhaltung geprägt werden, während der Neubau durch das weitgehend fertiggestellte Netz in den Hintergrund tritt. Dies hat viele Instandsetzungsmaßnahmen und entsprechende Einschränkungen für den Verkehrsablauf zur Folge. Optimierte Bauprozesse lassen erwarten, dass der Bauablauf beschleunigt und die Bauqualität erhöht werden können. Hierbei soll auch die Vorteilhaftigkeit von mehrspurigen Einbauverfahren betrachtet werden. Durch einen optimierten Bauablauf von Erhaltungsmaßnahmen werden die folgenden Verbesserungen erreicht:

- Anwendungsfreundliche Erhaltungssysteme in Hinblick auf Sicherheit, Dauerhaftigkeit und Bauzeit, z. B. Weiterentwicklung von Schnellreparatursystemen (Betonfertigteile).
- Verkürzung der Bau- und Ausfallzeiten.
- Verbesserung der Bauqualität.
- Sicherheit bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer. Abstimmung mit Cluster „Arbeitsstellen“ der FL 1.14. (V1)

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Analyse und Optimierung der Prozesskette für die Regelbauweisen	Analyse der Prozesskette	Analyse von Teilprozessen	Optimierung durch Modifikationen und/oder Änderungen	Praktische Erprobung	Adaption der Prozesskette hinsichtlich neuer Abläufe
	Eig <sup>1</sup> X Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt X	Eig X Ext X Dritt X
Entwicklung robuster Baustoffsysteme und dauerhafter Bauweisen im Betonstraßenbau	Monitoring Demonstratoren Planungsanalyse	Entwicklung	Laboruntersuchungen	Demonstratoren	Überführung in die Praxis
	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt
Entwicklung neuer dauerhafter Bauweisen und Materialien im Asphaltstraßenbau	Entwicklung	Laboruntersuchungen	Innovative Bauweise im Labor optimiert	Demonstratoren	Überführung in die Praxis
	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt
Sicherstellung der Dauerhaftigkeit – Qualitätssicherung durch zerstörungsfreie, flächendeckende Untersuchung und Beurteilung	Identifizierung geeigneter Verfahren und Techniken	Evaluation der identifizierten Verfahren und Techniken	Demonstratoren	Praktische Erprobung	Überführung in die Praxis
	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt
Optimierte bauliche Erhaltung	Monitoring Demonstratoren Planungsanalyse	Entwicklung	Laboruntersuchungen	Demonstratoren	Überführung in die Praxis
	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## Ziele und angestrebte Umsetzung

Generelles Ziel:

- Aufstellung optimierte Regelkreisläufe zur schnellen, sicheren und qualitativ hochwertigen Herstellung dauerhafter und sicherer Verkehrswege im Neubau und der Erhaltung.

Umsetzung durch BMVI:

- Erweiterung der Einsatzankündigung von Maßnahmen zur Steigerung der Asphalteinbauqualität.

Umsetzung durch nationale Einrichtungen und Gremien:

- Verbesserung der Qualitätsstandards von Regelbauweisen und dadurch Erhöhung der Dauerhaftigkeit von Straßen.
- Praktische Erprobung innovativer Bauweisen und Materialien. Schnelle Überführung geeigneter Bauweisen und Materialien in die Praxis bzw. Überführung in Regelbauweisen.
- Anpassung des Regelwerks für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton durch Anpassung der zu bestimmenden Kennwerte (Art, Häufigkeit, Ort, Prüfverfahren).
- Anpassung des Regelwerks für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt.

Umsetzung durch Dritte:

- Anpassung von Mischsystemen, Transport- und Einbaufahrzeugen an die geänderten Materialeigenschaften und Bauweisen
- Bereitstellung von Systemen zur Prozesskontrolle.

## 1.05 Ganzheitliche Betrachtung der Fahrbahnoberflächeneigenschaften

### Kurzbeschreibung

Insbesondere den Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen kommt aus Sicht des Straßennutzers eine besondere Bedeutung zu. Hier ist in erster Linie die Gewährleistung der Verkehrssicherheit zu nennen. Aber auch der Fahrkomfort und der bauliche Zustand der Straßenoberfläche sind von zentraler Bedeutung. In den letzten Jahren sind die akustischen Eigenschaften von Fahrbahnbelägen und der Rollwiderstand angesichts aktueller Forderungen hinsichtlich der Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Fokus gerückt. So sind inzwischen eine Vielzahl von Anforderungen an die Straßenoberfläche hinsichtlich der Griffigkeit, Ebenheit, Geräuschemission, des Rollwiderstandes und der Dauerhaftigkeit benannt. Auch die Helligkeit einer Straßenoberfläche stellt einen wichtigen Aspekt in der Verkehrssicherheit dar, ebenso die Oberflächeneigenschaften von aufgebrachtene Fahrbahnmarkierungen.

Bisher werden die Oberflächeneigenschaften von Straßenbelägen nicht zusammenhängend sondern nur einzeln und getrennt voneinander erfasst und bewertet. Eine Optimierung einer einzelnen Oberflächeneigenschaft ohne Berücksichtigung der Abhängigkeiten mit den anderen Eigenschaften kann zu Zielkonflikten führen. So mindert z. B. eine feintexturierte, ebene Oberfläche mit gleichmäßiger Struktur den Rollwiderstand. Wird die Oberfläche aber so fein, dass durch die geringe Makrorauheit der Wasserabfluss im Reifenfahrbahnkontakt nicht mehr ausreichend ist, wird die Nassgriffigkeit negativ beeinflusst. Eine komplexe Betrachtung bzw. Optimierung aller Fahrbahnoberflächeneigenschaften, vor allem der wichtigen Gebrauchseigenschaften wie der Rauheit, Ebenheit, des Reifen-Fahrbahn-Geräusches und des Rollwiderstandes ist deshalb nötig. Auch applizierte Fahrbahnmarkierungen werden in die ganzheitlichen Betrachtung mit einbezogen. Berücksichtigt werden sollten dabei auch Schäden an der Oberfläche, z. B. Risse oder Flickstellen, da diese einen erheblichen Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Fahrbahnbefestigung haben. Ein weiteres Problem besteht darin, dass belastbare Aussagen zur zeitlichen Entwicklung (Prognose) von Oberflächeneigenschaften auf neu konzipierten Fahrbahnbelägen noch nicht möglich sind. Hier fehlen zum einen abgesicherte Laborprüfverfahren, die performance-orientierte Prüfungen und Untersuchungen im Vorfeld des Einsatzes von Fahrbahnoberflächen sowie eine Prognose des Gebrauchsverhaltens ermöglichen, zum anderen abgesicherte Messverfahren in situ zur Beurteilung der Güte von texturierten Fahrbahnoberflächen (z. B. mittels Grinding). Im Vordergrund der Untersuchungen steht daher eine Charakterisierung der zeitlichen Änderungen bzw. der Dauerhaftigkeit der Fahrbahnoberflächeneigenschaften. In diesem Zusammenhang werden insbesondere innovative dreidimensionale Verfahren untersucht, deren Aussagekraft in Bezug auf die vorhandene Oberflächentextur im Vergleich zur herkömmlichen zweidimensionalen Texturerfassung höher ist. Auch in der Ebenheit soll ein Wechsel von der zweidimensionalen Betrachtung (längs und quer) hin zu einer flächigen, dreidimensionalen Erfassung erfolgen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die Definition neuer Kennwerte, wie z. B. dem Bewerteten Längsprofil (BLP), um die Aussagekraft der verwendeten Modelle zu steigern.

Ein Bindeglied zwischen allen Fahrbahnoberflächeneigenschaften stellen Texturkennwerte dar. Ziel künftiger Forschungsaktivitäten wird daher auch die Analyse und praktische Umsetzung der Zusammenhänge zwischen Texturkennwerten und den jeweiligen Oberflächeneigenschaften sowie deren Prognose sein. Allein durch Messung der geometrischen Gestalt von Fahrbahnoberflächen könnte es zukünftig möglich sein, ihre Eigenschaften zu beurteilen und somit auf aufwändige Messverfahren, wie z.B. die berührende Griffigkeitsmessung oder stationäre Absorptionsmessung von offenporigen Straßenbelägen, zu verzichten. Vor dem Hintergrund der Optimierung und Weiterentwicklung von Bauweisen sollen Grenzwerte festgelegt werden, die eine Beschreibung der erreichbaren Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Fahrbahnoberfläche in situ bereits bei der Konzipierung im Labor erlauben.

Die neuen Erkenntnisse sollen Eingang in die Entwicklung von Fahrbahnbelägen und in die Weiterentwicklung von Messsystemen finden. Einen wichtigen Baustein stellen dabei die Referenzabschnitte auf dem Prüfareal „duraBAST“ mit definiert hergestellten Oberflächentexturen, Kalibrierprofilen (Textur), Griffigkeitsniveaus, Ebenheitsprofilen und standardisierten Texturprofilen dar.

Mit Erreichung der in dieser Forschungslinie gestellten Ziele wird ein wesentlicher Beitrag bei der allseitigen Optimierung von Fahrbahnoberflächeneigenschaften und bei der Erarbeitung von neuen,

dem Stand der Technik und des Wissens entsprechenden Mess- und Bewertungsverfahren geleistet. Neue, allgemein gültige Kennwerte und Grenzwerte sollen definiert werden.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

EU: CEN Gremien  
 Bundesreg.: Nationales Verkehrslärmschutzpaket II, 2009  
 BMVI: Forschungsprogramm Straße im 21. Jahrhundert  
 Verkehrssicherheitsprogramm

### Beteiligte Referate

GS4 - Oberflächeneigenschaften, Bewertung und Erhaltung von Straßen (Federführung)  
 F3 – Emissionen im Kraftfahrzeugbereich  
 GS2 – Betonbauweisen  
 S2- Mineralstoffe  
 S3 – Asphaltbauweisen  
 V3 – Umweltschutz  
 V4 - Straßenausstattung

### Konzept

Die Forschungslinie wird ausgehend von der Klassifikation und den Definitionen in den nachfolgenden Clustern bearbeitet:

- Kennwerte zur Bewertung von Fahrbahnoberflächeneigenschaften
- Entwicklung der Mess-, Kalibrier- und Auswertetechnik (Weiterentwicklung und Neuentwicklung) zur Bewertung der Oberflächeneigenschaften im Labor (Konzeptionierung) und in situ, Wiederhol- und Vergleichbarkeit der Ergebnisse
- Validierung der Mess- und Auswertergebnisse zur Analyse der Zusammenhänge zwischen Kennwerten und Oberflächeneigenschaften sowie Ableitung von Grenzwerten
- Untersuchungen zur texturindizierten akustischen Alterung von lärmindernden Straßenoberflächen
- Erprobung und Umsetzung in die Straßenbaupraxis

### Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Kennwerte und Grenzwerte zur Bewertung von Fahrbahnoberflächeneigenschaften	Eig X Ext X DrittX	Eig X Ext X DrittX	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt
Entwicklung der Mess-, Kalibrier- und Auswertetechnik	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt
Validierung der Mess- und Auswertergebnisse zur Analyse der Zusammenhänge zwischen Kennwerten und Oberflächeneigenschaften sowie Ableitung von Grenzwerten					
Texturindizierte akustische Alterung	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt
Erprobung und Umsetzung in die Straßenbaupraxis	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt

Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## **Ziele und angestrebte Umsetzung**

Ziel ist die Entwicklung geeigneter Messverfahren und Kennwerte zur komplexen Beschreibung der Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen und eine Analyse der Zusammenhänge. Dies sind zielführende Werkzeuge zur optimalen Gestaltung der Straßenoberfläche unter Berücksichtigung der wesentlichen wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkte.

- Umsetzung durch Pilotprojekte (z.B. Erprobung der Mess- und Auswerteverfahren im Labor und netzweite und kontinuierliche Erprobung der neuen Erkenntnisse in Situ)
- Umsetzung durch das BMVI (z.B. durch Anpassung der Regelwerke )
- Umsetzung durch nationale oder internationale Einrichtungen und Gremien (z.B. durch Anpassung der UN-ECE-Regelung sowie mehrerer Europäischer Normen (EN) bezgl. der Textur)
- Umsetzung durch Dritte (Messfahrzeughersteller und –zulieferer, externe Betreiber von Messfahrzeugen in der ZEB und dem Bauvertrag)

## 1.06 Substanzerfassung und -bewertung

### Kurzbeschreibung

Im Vordergrund der künftigen Forschungsaktivitäten zur Substanzerfassung und -bewertung der Verkehrsinfrastruktur steht die Entwicklung und Weiterentwicklung von durchgehenden Verfahren, deren Ergebnisse für übergeordnete Systeme der technischen und strategischen Erhaltungsplanung für die Objekt- und Netzebene bereitgestellt werden können.

Dabei gilt es u.a., angepasste Messsysteme und Technologien zur effizienten und umfassenden Erfassung von Substanzmerkmalen zu identifizieren, Erfassungsmethodiken festzulegen und praxisnahe Aus- und Bewertungsverfahren zu entwickeln. Essentiell hierfür ist die Optimierung der Möglichkeiten zur Datenverknüpfung, -aufbereitung und -bereitstellung.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

**Bundesreg.:** Koalitionsvertrag

**BMVI:** Ressortforschung, BVWP, Straße im 21. Jahrhundert

### Beteiligte Referate

GS3 – Dimensionierung und Straßenaufbau (Federführung)

B4 – Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung

GS2 – Betonbauweisen

GS4 – Oberflächeneigenschaften, Bewertung und Erhaltung von Straßen

S3 – Asphaltbauweisen

V2 – Verkehrsstatistik, BISStra

### Konzept

Die Forschungslinie wird ausgehend von der Klassifikation und den Definitionen in 4 Clustern bearbeitet:

- Cluster Bestimmung von Materialkenngrößen (S3 und GS2)
- Cluster Identifikation von Messsystemen und Technologien zur Erfassung von Substanzmerkmalen und Definition von Erfassungsmethodiken (GS3 und GS4)
- Cluster Anforderungen an die verknüpfte Datenverarbeitung und -bereitstellung (GS3)
- Cluster Entwicklung von Bewertungsverfahren (GS3 und GS4)

Die Bereitstellung von verlässlichen und zielgerichteten Daten zum Zustand der Straßenverkehrsinfrastruktur ist ein an Bedeutung gewinnendes Element für die übergeordnete technische und strategische Ebene der Erhaltungsplanung sowohl für die Betrachtung auf Objektebene als auch auf Netzebene. Zur Erfüllung der wachsenden Anforderungen sind durchgehende Verfahren zu entwickeln beziehungsweise weiterzuentwickeln. Neben den Straßen in konventionellen, aber auch in für Deutschland innovativen Bauweisen sind die Brücken- und Ingenieurbauwerke ganzheitlich zu betrachten. Die systematische Betrachtung des Entwicklungsprozesses lässt sich in die genannten Aufgabencluster gliedern.

Die Basis stellen die Cluster zur **Bestimmung von Materialkenngrößen** und zur **Identifikation von Messsystemen und Technologien zur Erfassung** der Substanz dar. Es gilt, die Möglichkeiten und Grenzen sowohl vorhandener Techniken als auch innovativer Ansätze zu prüfen bzw. deren zukünftigen Entwicklungspotentiale zu identifizieren. Die Anwendung und validierte Überführung geeigneter Systeme von der Forschung in den Regelbetrieb stellt dabei ein wesentliches Merkmal der Cluster dar.

Daran angeknüpft ist die **Definition von Erfassungsmethodiken**, durch welche die Erarbeitung technischer Anweisungen wie auch die Einrichtung qualitätssichernder Maßnahmen eingeschlossen wird. Insbesondere für die aufwandsintensive Anwendung von Messsystemen auf Netzebene sind Strategien für die effiziente Durchführung zu entwerfen.

Hierdurch entstehen hohe **Anforderungen an die verknüpfte Datenverarbeitung und -bereitstellung** sowohl für objektscharfe als auch netzbezogene Betrachtungen. Es gilt, orts- bzw.

georeferenzierte verschiedenartige Datenquellen miteinander zu verknüpfen und automatisierte bzw. teilautomatisierte Prozesse einzuführen. Hier ist u.a. auch die Entwicklung einer automatisierten Merkmalerkennung von Substanzmerkmalen auf Basis der mit schnellfahrenden Messsystemen gewonnenen Fahrbahnoberflächenbilder zu nennen. Derzeit kommen verschiedenste Technologien zur automatisierten Detektion zur Anwendung, ein adäquater Ersatz zu einer manuellen Auswertung konnte dabei jedoch bis dato nicht erreicht werden. Neben der angestrebten Beschleunigung des Auswerteprozesses ist vor allem die durch den maschinellen Einsatz zu erwartende Objektivierung von zentraler Bedeutung für die Substanzbewertung. Messdaten und verknüpfte Daten aus verschiedenen Quellen sind für die folgende Bewertung in geeigneten Formaten bereitzustellen und darzustellen.

Kern jeglicher Bemühungen ist die **Entwicklung von Bewertungsverfahren**. Hierbei sind ggf. die Belange der Objekt- und der Netzebene gesondert zu betrachten. Durch die angepasste Verknüpfung verschiedenster Merkmale und Datenquellen sowie die Betrachtung von Zeitreihen stellt sich die Substanzbewertung als 4-dimensionale Herausforderung dar. Ziel ist es, sowohl skalierte Bewertungsmerkmale als auch Kenndaten abzuleiten, welche im Weiteren sowohl für technische als auch strategische Entscheidungsprozesse bereitgestellt werden können. Hierzu sind bildgebende und/oder kartographische Darstellungen als auch geeignete Schnittstellenformate bereitzustellen.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Bestimmung von Materialkenngrößen	Konzepte theoretische und experimentelle Parameterstudie	theoretische und experimentelle Parameterstudie	theoretische und experimentelle Parameterstudie Ergebnisvalidierung	Weiterentwicklung der Qualitätssicherung	Regelwerksanpassung
	Eig <sup>1</sup> X Ext X Dritt -	Eig X Ext X Dritt X	Eig X Ext X Dritt X	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt
Identifikation von Messsystemen und Technologien zur Erfassung von Substanzmerkmalen und Definition von Erfassungsmethodiken	Grundlagen erarbeitet (z.B. Beschreibung der Anforderungen)	Herstellung des Wirkbetriebes eines multifunktionale n Messfahrzeuges	Anpassung und Erprobung von Verfahren (z.B. Testbetrieb eines multifunktionale n Messfahrzeuges unter Realbedingungen (GS3/GS4)); Konzeptionierung der Erfassungsmethodik	Verfahren sind evaluiert; Konzepte zur Validierung/Qualitätssicherung sind erarbeitet	Festlegung Erfassungsmethodik und Methoden zur Qualitätssicherung; Validierung von Verfahren
	Eig X Ext Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext Dritt
Anforderungen an die verknüpfte Datenverarbeitung und -bereitstellung		Grundlagen sind erarbeitet	Konzepte sind erarbeitet	Konzepte werden erprobt	Erste Pilotanwendungen
	Eig Ext Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt
Entwicklung von Bewertungsverfahren		Grundlagen sind erarbeitet	Daten zur Entwicklung / Erprobung von Bewertungsverfahren liegen vor	Entwicklung von Bewertungsverfahren	Erprobung von Bewertungsverfahren / erste Pilotanwendungen
	Eig Ext Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## **Ziele und angestrebte Umsetzung**

- Forschungsseitige Entwicklung noch ohne konkrete Umsetzung (z.B. wichtiger Erkenntnisschritt in Richtung innovativer Mess- und Prüftechnik, Validierung von Bewertungsverfahren)
- Umsetzung durch Pilotversuche (z.B. Teilnetzaufnahmen mittels multifunktionalem Messfahrzeug und Bewertungen)
- Vorschläge für die Umsetzung durch BMVI (z.B. durch Anpassung der Richtlinien ZTV-ING , RI-EBW-PRÜF, RPE-Stra)
- Vorschläge für die Umsetzung durch nationale oder internationale Einrichtungen und Gremien (z.B. durch Anpassung der technischen Regelungen)
- Umsetzung durch Dritte (z.B. Erfassung und Bewertung durch Betreiber)

## 1.07 Ressourcenschonender und umweltverträglicher Straßenbau

### Kurzbeschreibung

Für ein umfassendes Ressourcenmanagement müssen die Anforderungen an die Baustoffe bauwerksspezifisch so beschrieben werden, dass sowohl neue, alternativ zu den derzeit verwendeten, als auch recycelte Baustoffe so effizient wie möglich eingesetzt werden können. Alternative Baustoffe und im Straßenbau zurückgewonnene Materialien sollen gleichermaßen betrachtet werden. Neben einer hohen funktionalen Qualität, die den steigenden Anforderungen der Infrastrukturnutzer gerecht wird, ist auch die Umweltverträglichkeit dieser Baustoffe zu betrachten.

Das Potential der Wertschöpfung bei der qualitativ möglichst hochwertigen Wiederverwendung von Ausbauphosphat und -beton im eigenen Stoffkreislauf „Straße“ ist noch nicht vollständig ausgeschöpft; außerdem ist die Qualitätssicherung zu verbessern. Die Verwertung im ungebundenen Bereich mit seinem hohen Mengenpotential wird weiter ausgebaut. Ziel ist es, bei der Fortschreibung der Rahmenbedingungen zur Vereinbarkeit von Straßenbauwerk, Umweltschutz und Kreislaufwirtschaft die straßenbauspezifischen Belange einzubringen.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

<b>EU:</b>	Ressourcenschonendes Europa – eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020 (KOM(2011) 21) Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa (KOM(2011) 571) Hin zu einer Kreislaufwirtschaft: Ein Null-Abfallprogramm für Europa (KOM(2014) 398)
<b>Bundesreg.:</b>	Perspektiven für Deutschland, Strategie für eine nachhaltige Entwicklung (2002)
<b>BMUB:</b>	Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) (2012)
<b>BMVI:</b>	Straße im 21. Jahrhundert: F „Die nachhaltige Straße“

### Beteiligte Referate

S2 – Erdbau, Mineralstoffe (Federführung)  
B1 – Betonbau  
GS2 – Betonbauweisen  
S3 – Asphaltbauweisen  
S4 – Chemische Grundlagen, Umweltschutz, Labordienst  
V3 – Umweltschutz

### Konzept

Die Forschungslinie wird ausgehend von den verschiedenen Straßen- und Brückenbau fachgebieten und im Hinblick auf Umweltschutzanforderungen in 5 Clustern bearbeitet:

- Cluster Erdbau und ungebundene Schichten (FF: S2)
- Cluster Vereinbarkeit von Straßenbauwerk, Umweltschutz und Kreislaufwirtschaft (StrUK) (FF: S2/V3)
- Cluster Asphaltbauweisen (FF: S3)
- Cluster Betonbauweisen (FF: GS2)
- Cluster Einbindung von Ressourcenkapazitäten in Lebenszyklusbetrachtungen für Brücken und Ingenieurbauwerke (FF: B1)

Im **Erdbau und für die Herstellung ungebundener Schichten** werden große Mengen an Baustoffen benötigt. Die Anforderungen an die Eigenschaften dieser Baustoffe können bauwerksspezifisch sehr unterschiedlich sein. In diesem Zusammenhang sollen baustoffspezifische Fragestellungen zur Verwendung und Verwertung von Baustoffen aus dem Straßenbestand einschließlich ortsnah anstehender, weniger geeigneter Böden behandelt werden. Aber auch in den Straßenbau gelieferte Sekundärbaustoffe und Bodenmaterial sollen unter Beachtung ihrer bautechnischen Eignung betrachtet werden. Durch die Verwendung der genannten Baustoffe sollen natürliche Ressourcen geschont werden. Durch ein baumaßnahmenbezogenes Stoffstrommanagement sollen zudem Transportwege und damit CO<sub>2</sub>-Belastungen reduziert werden.

Im Straßenbau sind in vielfältiger Weise fachübergreifende Gesetze und Verordnungen zu beachten sowie Genehmigungen einzuholen. Im Cluster **StrUK** gilt es, ausgewogene Beurteilungskriterien für

einen umwelteffizienten und zugleich ökonomischen Einsatz von Sekundärbaustoffen und Bodenmaterial zu schaffen. Dazu werden Untersuchungen zur Durchsickerung und zum Schadstofftransport bei Anwendung unterschiedlicher technischer Sicherungsmaßnahmen durchgeführt. Zukünftig sollen damit konkrete Anwendungsfälle und neue Bauweisen für technische Sicherungsmaßnahmen beurteilt werden. Ziel ist es, auf der Basis der im Straßenbau erworbenen Kompetenz bei der Fortschreibung fachübergreifender gesetzlicher Rahmenbedingungen und technischer Regelwerke mitzuwirken und straßenbauspezifische Belange einzubringen.

Mit der **Asphaltbauweise** werden bereits heute in der Summe aller Verwertungsmöglichkeiten über 80% des anfallenden Ausbauasphaltes wieder als Baustoff eingesetzt. Neben einer weiteren Steigerung dieser Verwertungsquote wird insbesondere bei den neuen Asphaltkonzeptionen eine Steigerung des Wertschöpfungsniveaus angestrebt. Neue Asphaltkonzeptionen, die besondere Anforderungen an die Straße erfüllen müssen, erfordern beispielsweise schlagfeste und polierresistente Gesteine sowie modifizierte Bindemittel. Diese später in Schichten wiederzuverwenden, in denen diese Anforderungen nicht erfüllt werden müssen, stellt keine werterhaltende Nutzung dieser wertvollen Baustoffe dar. Eine hohe Wiederverwendungsrate mit zugleich hohem Wertschöpfungsniveau erfordert Weiterentwicklungen der Asphaltkonzepte. Insbesondere das Potential von Verjüngungsmitteln ist hier zu bewerten.

In den nächsten Jahren ist von einer Zunahme von Rezyklaten aus dem Rückbau von **Betonstraßen** auszugehen, da zahlreiche Erneuerungsmaßnahmen von Betonstraßen, die das Ende der Nutzungsphase erreicht haben, erforderlich werden. Der wirtschaftliche Wiedereinsatz im eigenen Stoffkreislauf „Straße“ ist dabei von vielen Faktoren abhängig. Die Qualität des Rezyklates wird wesentlich durch die Qualität inklusive eventueller Vorschädigungen des zu recycelnden Ausgangsmaterials beeinflusst. Die Verfahrenstechnik, die zur Aufbereitung eingesetzt werden kann, ist abhängig von der Losgröße der Baumaßnahme und deren Lage und Erreichbarkeit. Neben dieser zum Einsatz kommenden Brechtechnologie und dem Brechverfahren haben aber auch der Witterungseinfluss während der Aufbereitung sowie zeitliche Vorgaben des Bauablaufes einen direkten Einfluss auf die Güte des Betonrezyklates. An sämtliche qualitätsbeeinflussende Parameter sind entsprechende Anforderungen zu stellen, die eine möglichst hochwertige Wiederverwendung des Betonaufbruches im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) ermöglichen.

Im Bereich der Bundesfernstraßen bestehen für die **Brücken- und Ingenieurbauwerke** umfassende Forderungen zur Verwendung hochwertiger Zuschlagstoffe mit dem Ziel, eine gute und dauerhafte Qualität des Bauproduktes zu erreichen und somit langlebige sowie wirtschaftliche Ingenieurbauwerke zu erstellen. Die Nutzung hochwertiger Zuschlagstoffe schließt eine grundsätzliche Anwendung von Recyclingstoffen beim Neubau von Ingenieurbauwerken aus, da die Verwendung von Recyclingstoffen vielfach zu deutlichen Problemen im Bereich der Dauerhaftigkeit von Bauprodukten führen, welche in der Folge zu kürzeren Erneuerungszyklen führen. Kürzere Erneuerungszyklen führen jedoch i.d.R. zu ausgeprägten Stausituationen und somit zu einem höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß, mehr Ressourcenverbrauch und höheren volkswirtschaftlichen Kosten.

Eine Ressourcenschonung wird ohne weitere Berücksichtigung der Ressourcenkapazität, welche im Rahmen von Steuerungsmechanismen wie Regelwerke, Gesetze, Verordnungen oder eingeführten Bewertungsverfahren verankert werden kann, nicht erreicht. Im Rahmen der Untersuchung soll ein Lösungsansatz für eine Systematik zur Berücksichtigung von **Ressourcenkapazitäten** entwickelt werden, welche sowohl den spezifischen Anforderungen im Ingenieurbau sowie den Forderungen zur Ressourceneffizienz gerecht wird.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Erdbau und ungebundenen Schichten		Die Grundlagen sind ermittelt.	Handlungsempfehlungen sind erarbeitet.	Die Frostempfindlichkeit von Sekundärbaustoffen kann durch FHV beurteilt werden.	Erste Pilotanwendungen sind abgeschlossen.
	Eig <sup>1</sup> Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt
StrUK	Belastbare Daten zur Bewertung technischer Sicherungsmaßnahmen sind generiert.	Hydraulische Modelle zur Simulation sind vorhanden und auf Seiten der Umweltverwaltung anerkannt.	Erweiterung der hydraulischen Modelle um Stofffrachten und Konzentrationen aus Bauwerken sind gestartet.	Validierung durch Pilotdamm über 2 Jahreszyklen ist erfolgt.	Durch Simulation können neue Bauweisen beim Einsatz von Sekundärbaustoffen beurteilt werden.
	Eig x Ext Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt
Asphaltbauweisen	Grundlagen zur Beurteilung der Performance von neuen Asphaltkonzeptionen mit Ausbauasphalt	Handlungsempfehlungen	Anpassung des straßenbautechnischen Regelwerkes		Verifikation in der Straßenbaupraxis
	Eig Ext x Dritt	Eig x Ext Dritt	Eig x Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext x Dritt
Betonbauweisen	Laborversuche und baupraktische Versuche starten.	Ergebnisse aus Labor- und Sondierungsuntersuchungen liegen vor	Baupraktische Ergebnisse aus Pilotprojekten sind ausgewertet.	Anforderungen und Regelungen für die Aufbereitung und Wiederverwendung für die unterschiedlichen Anwendungsgebiete sind festgelegt.	Erkenntnisse im Regelwerk für den Betonstraßenbau verankert.
	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig x Ext Dritt	Eig x Ext Dritt
Ressourcenkapazitäten für Brücken und Ingenieurbauwerke	Grundlagenermittlung	Methodenentwicklung, Berechnungsverfahren, Beispielrechnungen	Auswertung der Ergebnisse. Empfehlungen, Schlussbericht		
	Eig X Ext Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## Ziele und angestrebte Umsetzung

Nach forschungsseitiger Entwicklung erfolgt die Umsetzung über das straßenbautechnische Regelwerk, z.B. Überarbeitung der TL Asphalt-StB, TL Gestein-StB. Das Einbringen straßenbauspezifischer Belange in fachübergreifende gesetzliche Rahmenbedingungen und technische Regelwerke erfolgt mit Unterstützung durch das BMVI.

Betonaufbruch wird im Sinne des KrWG möglichst hochwertig wieder verwendet. Technische Regelungen zur Vermeidung von Folgeschäden beim Einsatz von AKR-geschädigtem Betonaufbruch im Betonstraßenbau sind im Regelwerk verankert.

## 1.08 Innovationen im Straßenbau

### Kurzbeschreibung

Aufgrund steigender Anforderungen an die Infrastruktur des 21. Jahrhunderts, wie z.B. das stetig steigende Güterverkehrsaufkommen bei gleichzeitig immer älter werdender Straßeninfrastruktur, die Einflüsse des Klimawandels sowie die Elektromobilität, sind in der Zukunft Innovationen im Straßenbau erforderlich. Trotz des Bedarfs an Innovationen dauert die Entwicklung innovativer Ideen bis zu deren Umsetzung in die Praxis sehr lange.

Die Forschungslinie beschäftigt sich daher mit einem neuen Innovationssystem, mit dessen Hilfe Innovationen schneller in die Praxis umgesetzt werden sollen. Dazu sind neben der Anwendung von Bewertungsverfahren auf die Innovationen (technisch und wirtschaftlich) auch die Begleitung von Pilotprojekten vorgesehen, anhand derer die Stärken und Schwächen der Implementierung von Innovationen in die Praxis dokumentiert werden sollen.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

**BMVI:** Straße im 21. Jahrhundert

### Beteiligte Referate

S1	–	Intelligenter Straßenaufbau, Regenerative Energie, Klimawandel (Federführung)
B2	–	Stahlbau, Korrosionsschutz, Brückenausstattung
GS3	–	Dimensionierung und Straßenaufbau
S2	–	Erdbau, Mineralstoffe
S3	–	Asphaltbauweisen

### Konzept

Die Forschungslinie wird in 4 Clustern bearbeitet:

- Entwicklung eines Innovationssystems von morgen (FF S3)
- Untersuchungsinfrastruktur (Anwendung) (FF GS3)
- Pilotprojekte (FF S2)
- Kommunikation & Dissemination (FF B2/S1)

Der Schwerpunkt der Forschungslinie besteht in der Entwicklung von Methoden und Technologien zur Förderung der Umsetzung von Innovationen sowie deren Anwendung in Pilotprojekten.

Daher beschäftigt sich das **erste Cluster** mit der **Entwicklung eines Innovationssystems von morgen**. Der Inhalt dieses Clusters besteht aus drei Punkten.

- Im Rahmen der vorherigen mittelfristigen Forschungsplanung wurde ein ganzheitliches Bewertungsverfahren für Innovationen (FE 04.0265/2012/ARB) entwickelt. Der hierin enthaltene Teil der technischen Bewertung soll in einem ersten Schritt näher betrachtet und auf eine praktische Anwendung hin definiert und strukturiert werden. Der technischen Bewertung wird wegen ihrer herausragenden Bedeutung besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da dies der maßgebliche Baustein für eine spätere Umsetzung darstellt. Als Werkzeuge dienen das neu errichtete Demonstrations-, Untersuchungs-, und Referenzareal der BASt (duraBASt), der Mobile Load Simulator (MLS10) als Belastungseinrichtung sowie Sensorik und zerstörungsfreie Prüfmethode als Grundlage für die Analyse und Bewertung der Versuchsergebnisse. Zusätzlich werden ggf. Simulationen zur Bewertung herangezogen.
- Das um die konkrete Ausgestaltung der technischen Bewertung ergänzte ganzheitliche Bewertungsverfahren für Innovationen soll im zweiten Schritt in der Praxis validiert und optimiert werden. Hierbei handelt es sich um ein mehrdimensionales Bewertungsverfahren, welches den Innovationsprozess über seine verschiedenen Phasen (Idee, Labor, Großmaßstab, Erprobungsstrecken, Regelwerk) steuern soll. Dabei wird im Wesentlichen der Umsetzungsaufwand und das Erfolgspotenzial aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet und bewertet. Die Validierung dieses Werkzeugs beinhaltet die beispielhafte Anwendung an verschiedenen Projekten sowie die Schulung der potentiellen Anwender. Bei Abschluss der Validierung ist eine Aufnahme des Verfahrens ins Regelwerk (Richtlinie für straßenbautechnische Untersuchungen, FGSV 2010) angestrebt.

- Der dritte Baustein im Cluster besteht in der Behandlung der Möglichkeiten zur Finanzierung von Innovationen sowie in rechtlichen Aspekten. Hierbei sollen insbesondere Vergabemöglichkeiten innerhalb des bestehenden Rechtsrahmens ausgelotet werden.

Das **zweite Cluster** beinhaltet die **Anwendung/Nutzung** der aufgebauten **Bewertungssystematik**. Dabei liegt der Schwerpunkt auf großmaßstäblichen Untersuchungen mit der zur Verfügung stehenden Untersuchungsinfrastruktur, die im ersten Baustein des Clusters aufgebaut wird. Hierfür ist die Bereitstellung von benötigten groß- und kleinmaßstäblichen Prüfeinrichtungen sowie von wissenschaftlichem und technischem Personal erforderlich. Den zweiten Baustein in diesem Cluster bildet die Untersuchung von innovativen Baustoffen und Bauweisen beispielsweise auf dem duraBAST. Konkrete Innovationen, die bereits in der BAST oder von externen Forschern im kleinen Maßstab bzw. in Machbarkeitsstudien entwickelt worden sind, sollen hier in der Praxis angewendet werden. Die Realisierung wird mit geeigneter einzubauender Sensorik und Belastungsversuchen unter realen oder realitätsnahen, zeittraffenden Bedingungen erfolgen. Basierend auf den Versuchen ist eine technische Bewertung angestrebt, die als Entscheidungshilfe für die mögliche weitere Umsetzung der innovativen Idee dient. Der dritte Baustein im Cluster besteht in der Planung und im Bau von Erprobungsstrecken aus erfolgversprechenden Baustoffen und Bauweisen (aus dem zweiten Baustein) mit hohem Innovationspotential.

Im Zentrum des **dritten Clusters** stehen **Pilotprojekte**. Es ist angestrebt, zwei Pilotprojekte zu konzipieren und zu initiieren, anhand derer das Innovationssystem (in seiner Gesamtheit Anwendung der Bewertung, (beschleunigte) Vergabe etc.) validiert werden soll. Ziel ist es, durch konsequente Anwendung der entwickelten Werkzeuge die Umsetzungszeiten von Innovationen zu reduzieren. Des Weiteren sollen die Projekte durch ausführliche Dokumentation begleitet werden.

Das **vierte Cluster** beinhaltet den Informationsaustausch im Sinne von Kommunikation & Dissemination. Dieser Cluster begleitet die anderen Cluster und soll dabei helfen, die beteiligten Akteure am Innovationssystem zu motivieren und zu mobilisieren. Die bereits in der BAST installierte sog. Innovationsarena bestehend aus hochrangigen Experten aus Industrie, Verwaltung und Forschung soll daher weitergeführt werden. Außerdem sind hier zwei Innovationssymposien geplant, die den Austausch und die Förderung von Innovationen vorantreiben können. Eine aktive Mitwirkung im europäischen Kontext u.a. im Rahmen des Forschungsprogramms „Forever Open Road“ ist in diesem Cluster auch vorgesehen.

## Meilensteine

Cluster	2016	2017	2018	2019	2020
Entwicklung eines Innovationssystems von morgen		Technische Bewertung ist einsatzbereit			Richtlinie ist überarbeitet
	Eig Ext Dritt	Eig x Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig x Ext x Dritt
Untersuchungsinfrastruktur (Anwendung/Nutzung)		duraBAST Untersuchung sflächen sind einsatzbereit	1. Untersuchungsreihe ist abgeschlossen	2. Untersuchungsreihe ist abgeschlossen	2 Erprobungsstrecken sind eingerichtet
	Eig Ext Dritt	Eig x Ext x Dritt	Eig x Ext x Dritt x	Eig x Ext x Dritt x	Eig x Ext x Dritt x
Pilotprojekte (Anwendung des Innovationssystems)	Pilotprojekt 1 beginnt		Pilotprojekt 2 beginnt		
	Eig x Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig x Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Kommunikation & Dissemination	Eröffnung duraBAST	Innovations-symposium 1			Innovations-symposium 2
	Eig x Ext Dritt	Eig x Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig x Ext x Dritt

1 Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

### **Ziele und angestrebte Umsetzung**

- Prozeduren für die Erleichterung des Übergangs in die Erprobung
- Einflechtung der Bewertungsverfahren in die Regelwerke
- Nutzung der Untersuchungsinfrastruktur für innovative Ideen durch Industrie und Forschung
- Empfehlungen von Innovationen an das BMVI aufgrund von Bewertungsergebnissen

## 1.09 Fahrzeugautomatisierung

Technische Entwicklungen im Bereich der Fahrzeugtechnik, insbesondere die ständigen Verbesserungen bei der Umfelderkennung, ermöglichen die Umsetzung zunehmend höherer Automatisierungsgrade in einer größeren Zahl von Fahrsituationen. Die zu erwartenden Potentiale in Bezug auf die Verkehrssicherheit und die in fernerer Zukunft zu erwartende effizientere Straßennutzung stehen dabei einer Reihe von Fragestellungen gegenüber, deren Beantwortung zu einem sicheren und gesellschaftlich akzeptierten Einsatz automatischer Fahrzeugsysteme führen soll.

Die Zielsetzung der Forschungslinie 1.09 ist die Erforschung der Voraussetzungen für die Einführung von Fahrfunktionen höherer Automatisierungsgrade.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

<b>UNECE</b>	Arbeitsgruppe WP 29 (World Forum for the Harmonization of Vehicle Regulations) und WP 1 (Working Party on Road Traffic Safety) bzgl. Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr (1968)
<b>EU:</b>	Leitlinien für die Politik der Straßenverkehrssicherheit 2011-2020, EU-Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020
<b>BMVI:</b>	3. Verkehrsforschungsprogramm der Bundesregierung; Verkehrssicherheitsprogramm (2011-2020) <sup>1</sup> ; Runder Tisch Automatisiertes Fahren des BMVI <sup>2</sup> ; Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren <sup>3</sup> ; Innovationscharta: Digitales Testfeld Autobahn <sup>4</sup>
<b>BMW:</b>	Fachprogramm: Neue Fahrzeug und Systemtechnologien (Mai 2015); Förderrichtlinie Neue Fahrzeug und Systemtechnologien v. 12. Juni 2015
<b>BMF:</b>	Hightech-Strategie der Bundesregierung (Intelligente Mobilität)

### Beteiligte Referate:

- F4 – Automatisiertes Fahren (Federführung)
- F1 – Aktive Fahrzeugsicherheit und Fahrerassistenzsysteme
- F2 – Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik
- F5 – Vernetzte Mobilität
- U1 – Fahreignung, Fahrausbildung, Kraftfahrerrehabilitation
- U2 – Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie
- U3 – Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik
- V1 – Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung
- V4 – Straßenausstattung
- V5 – Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb

### Konzept

Die Forschungslinie Fahrzeugautomatisierung wird ausgehend von einem übergreifenden Verständnis verschiedener Wirkweisen und Grade der Automatisierung der Fahraufgabe bearbeitet. Danach sind kontinuierlich wirkende Systeme grundlegend von solchen zu unterscheiden, die nur in unfallgeneigten Situationen wirken. Eine am Automatisierungsgrad orientierte Klassifikation erlaubt die Unterscheidung verschiedener sog. Automatisierungslevel bei kontinuierlicher Fahrzeugautomatisierung (von der BASt erarbeitet, vgl. BASt-Bericht „Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung“, F83 und durch die SAE-international inzwischen standardisiert). Das einheitliche Verständnis ist beständig fortzuentwickeln und auf neue Systeme zu erstrecken, um die weitere Anwendbarkeit des gemeinsamen Verständnisses von diesen Technologien sicherzustellen.

---

<sup>1</sup> <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/LA/verkehrssicherheitsprogramm-2011.html>

<sup>2</sup> [http://www.bmvi.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/DigitalUndMobil/AutomatisiertesFahren/automatisiertes-fahren\\_node.html](http://www.bmvi.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/DigitalUndMobil/AutomatisiertesFahren/automatisiertes-fahren_node.html)

<sup>3</sup> [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/StB/broschuere-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/StB/broschuere-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.pdf?__blob=publicationFile)

<sup>4</sup> [http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/innovationscharta-digitales-testfeld-autobahn.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/innovationscharta-digitales-testfeld-autobahn.pdf?__blob=publicationFile)

Die vorliegende Forschungslinie wird bei der BASt in 5 Clustern bearbeitet, die im Wesentlichen auch Gegenstand des Berichts zum Forschungsbedarf des Runden Tisches Automatisiertes Fahren des BMVI geworden sind

- Grundsatzfragen Fahrzeugautomatisierung
- Cluster Mensch-Maschine-Interaktion
- Cluster Funktionsgestaltung und –absicherung, technische Vorschriften
- Cluster Gesellschaftliche Aspekte
- Cluster Straßeninfrastruktur und Verkehr

Schwerpunkt unter den Forschungsclustern ist kurz- und mittelfristig **die Mensch-Maschine-Interaktion**. Hier gilt es vor allem zu betrachten, welche Auswirkungen verschiedene Automatisierungsgrade auf Fahrerzustand und -aufmerksamkeit haben sowie unter welchen Bedingungen und mit welchem zeitlichen Vorlauf Fahrer zuverlässig in der Lage sind, die Fahraufgabe wieder selbstständig zu übernehmen. Die Fähigkeiten der Fahrer hierzu werden voraussichtlich in erheblichem Maße von definierten fahrfremden Tätigkeiten sowie der jeweiligen Fahrsituation im Fall einer Übernahmeaufforderung geprägt sein. Die dabei wirkenden Mechanismen sind untersuchungsbedürftig. Gleichzeitig stellen sich neben den Fragen von Nutzung, Akzeptanz und Missbrauch auch Fragen nach den langfristigen Auswirkungen auf die Fahrkompetenz sowie auf den Fahrkompetenzerwerb. Inwieweit die bestehende Fahranfängervorbereitung einer Anpassung bedarf, ist zu prüfen. Auch wirft der Mischverkehr von automatisierten und nicht automatisierten Verkehrsteilnehmern langfristige Fragen nach der Kommunikation der Verkehrsteilnehmer untereinander auf. Dabei beschränkt sich die Betrachtung nicht auf motorisierte Verkehrsteilnehmer, sondern schließt auch Fußgänger und Radfahrer ein. Im Zusammenhang mit der demographischen Entwicklung sind bei der Betrachtung von Mensch-Maschine-Interaktion auch die spezifischen Bedürfnisse nach Unterstützung der älteren Fahrer zu berücksichtigen (vgl. hierzu die ggf. spezielle Forschungslinie 1.17: Gesellschaftlicher Wandel und Verhalten im Verkehr).

Im Cluster **Funktionsabsicherung** steht die Betrachtung der technischen Absicherung der automatisierten Fahrfunktionen im Vordergrund. Valide Prüfverfahren sind zu entwickeln, um den Nachweis einer ausreichenden Funktionsabsicherung führen zu können. Weiterhin sind sichere Funktionszustände insbesondere im Zusammenhang mit risikominimalen Manövern zu definieren und zu bewerten. Auch das sichere Funktionieren der normalen automatisierten Fahrzeugsteuerung ist zu beschreiben. Aus alledem sind die Anforderungen an das automatisierte Fahren zu erzeugen, die im Rahmen der Typgenehmigung als entsprechende technische Vorschriften zugrunde gelegt werden können.

Weiter spielt die Betrachtung **Gesellschaftlicher Aspekte** eine bedeutsame Rolle. Näherer Untersuchung bedarf, inwieweit mit einem Sicherheitsgewinn durch automatisiertes Fahren zu rechnen ist. Zugleich wird weiterhin mit Unfällen im Kraftfahrzeugverkehr und damit auch Verkehrsunfallopfern zu rechnen sein. Zudem muss neuen Risiken aufgrund der Automatisierung im öffentlichen Verkehrsraum Rechnung getragen werden.

Die maschinelle Umgebungserfassung des Fahrzeuges beruht auf Technologien mit limitierter Reichweite (z. B. Kamera, Lidar, Radar oder Ultraschall). Um weitere Informationen aus dem Straßenumfeld zur Verfügung zu stellen, ist eine verkehrs- und informationstechnische Infrastruktur erforderlich, die Informationen über die Sensorreichweite hinaus verfügbar macht. Zudem besteht eine zentrale Fragestellung darin, welche zusätzlichen Anforderungen an die bestehende Infrastruktur aus dem automatisierten Fahren resultieren, beispielsweise in welcher Qualität und Verfügbarkeit bestimmte Informationen bereitgestellt werden müssen. Auch die verkehrliche Wirkung automatisierter Fahrzeugsteuerung ist zu berücksichtigen, die Einfluss auf wichtige verkehrstechnische Kenngrößen (bspw. Qualität des Verkehrsablaufs und Auswirkungen auf die Kapazität bestehender Infrastruktur) haben kann. Hierfür ist die Berücksichtigung des Bereiches **Straßeninfrastruktur und Verkehr** notwendig.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Grundsatzfragen automatisierten Fahrens		Einführung einer Kategorisierung von Sicherheitssystemen in bestehende Nomenklatur			
	Eig <sup>1</sup> Ext Dritt	Eig X Ext Dritt X	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Mensch-Maschine-Interaktion	Grundlagen: Fahrkompetenz und Fahrkompetenzerwerb bei Fahrzeugautomatisierung	Grundlagen: Kommunikation bei automatisiertem Fahren	Erste Abschätzung: Einfluss Vigilanz bei Fahrzeugautomatisierung	Erste Abschätzung: Einfluss Verkehrssituation auf Transition	
	Eig <sup>1</sup> Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt X	Eig X Ext Dritt X	Eig Ext Dritt
Rechtliche Aspekte				Bewertungsansatz: Fahrerloses Fahren	
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext DrittX	Eig Ext Dritt
Funktionsabsicherung	Grundlagenprojekt: Risikominimales Manöver	Vorschriften für automatisches Lenken			
	Eig ExtX Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Gesellschaftliche Aspekte			Phase 2: Sicherheit, Verkehrseffizienz und Umweltaspekte automat. Fahrens abgeschlossen.		
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Straßeninfrastruktur u. Verkehr		Grundlagen: Infrastrukturbedarf automatisierten Fahrens	Phase 2: Sicherheit, Verkehrseffizienz und Umweltaspekte automat. Fahrens abgeschlossen.		
	Eig Ext Dritt	Eig ExtX Dritt	Eig ExtX Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## Ziele und angestrebte Umsetzung

Hauptziel der Forschungslinie ist die Ermittlung des Einflusses von Fahrzeugautomatisierung auf Verkehrssicherheit, Verkehrsablauf bzw. Kapazität und Verkehrseffizienz sowie der damit in Zusammenhang stehenden Fragestellungen (bspw. gesellschaftliche und rechtliche Aspekte, Infrastrukturbedarfe, etc.). Im Vordergrund steht hierbei Forschung, die neue Risiken im Straßenverkehr durch die umfassende Betrachtung der Auswirkungen kontinuierlich wirkender Fahrzeugautomatisierung auf die Umwelt zum Gegenstand hat. Die Vermeidung von Unfällen (bzw. Verbesserung der Verkehrssicherheit) durch Fahrzeugautomatisierung erscheint bei geeigneter

technischer Umsetzung, die neue Risiken vermeidet, erfolgversprechend. Ein enger Bezug besteht zur Forschungslinie 1.16 (Verbesserung der Fahrzeugsicherheit) insbesondere bei der Entwicklung eines übergreifenden Verständnisses von Fahrzeugautomatisierung.

Erkenntnisse aus der vorliegenden Forschungslinie können von der Fahrzeug- und Zulieferindustrie aufgegriffen werden und in die Ausgestaltung einer möglichst sicheren Mensch-Maschine-Interaktion von automatisierten Fahrzeugen einfließen. Dies gilt auch in Bezug auf die Entwicklung von technischen Absicherungsverfahren und Aspekten von Funktionssicherheit, die aber nicht nur der Entwicklung automatisierter Fahrzeuge zugrunde gelegt werden können: Über Verbraucherschutzorganisationen (insb. Euro NCAP) und Anforderungen bei der Fahrzeugtypgenehmigung wird es möglich sein, anspruchsvolle Kriterien für sichere automatisierte Fahrzeuge aufzustellen. Durch die zunehmende technische Durchdringung der Fahraufgabe liegt hier auch der zukünftige Einfluss auf sicherheitsrelevante Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion. An übergreifenden Bezügen weist die Forschungslinie zugleich einen engen technischen Bezug zum vernetzten Fahrzeug auf, das höhere Automatisierungsgrade und neue Anwendungsfälle erst möglich machen wird (vgl. FoLi 1.10: Vernetzte Mobilität). Weiterhin ergeben sich übergreifende gesellschaftliche Aspekte eines maschinellen Wirkens im Straßenverkehr, die in geeigneter Weise einem gesellschaftlichen Diskurs zugeführt werden sollten. Schließlich besteht Bedarf an der Betrachtung diverser infrastrukturbezogener Implementierungsaspekte, die auch für die Straßenbetreiber von Relevanz sind, sowie an neuen Modellen für Verkehrsabläufe und Bemessungsverfahren bei dem zu erwartenden Mischverkehr von unterschiedlich automatisierten und herkömmlich gesteuerten Fahrzeugen.

## 1.10 Vernetzte Mobilität

Durch die zunehmende Vernetzung der am Straßenverkehr beteiligten Akteure infolge der Weiterentwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien in mobilen Endgeräten, in Fahrzeugen und in der Straßeninfrastruktur entstehen neue Möglichkeiten zur Verbesserung des Verkehrsmanagements und der Verbreitung von Verkehrsinformationen. Diese Potentiale können jedoch nur genutzt werden, wenn entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden.

In Fortführung der Forschungslinie 7 „**Das Verkehrssystem Straße: intelligent genutzt und vernetzt**“ aus der letzten Mittelfristigen Forschungsplanung erweitert sich der Fokus mit der neuen Forschungslinie „**Vernetzte Mobilität**“ zudem auf den Verkehrsteilnehmer in seinem gesamten Mobilitätsbedürfnis.

Ziel: Die Zielsetzung der Forschungslinie 1.10 ist die Definition eines Rahmens und die Erstellung von Konzepten, die zu einem reibungslosen Zusammenwirken der Technologien beim Verkehrsteilnehmer, im Fahrzeug und entlang der Straßeninfrastruktur führen. Dabei sollen nicht nur technische Aspekte, sondern auch Fragen der Organisation der verantwortlichen Betreiber unterschiedlicher Systeme betrachtet werden. Die Ergebnisse vorangegangener Forschungen zeigen, dass die größte Herausforderung in der nachhaltigen Strukturierung von Rollen und Verantwortlichkeiten liegt, um die Potentiale der innovativen smarten Technologien im Sinne einer Verbesserung der Verkehrssicherheit und Verkehrseffizienz sowie der Befriedigung des individuellen Mobilitätsbedürfnisses voll auszuschöpfen.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

**EU:** IVS-Richtlinie 2010/40/EU; European ITS Plattform; Leitlinien für die Politik der Straßenverkehrssicherheit 2011-2020,  
**Bundesreg.:** Digitale Agenda 2014-2017  
**BMVI:** IVS-Aktionsplan 'Straße'; Verkehrssicherheitsprogramm; Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren; Innovationscharta 'Digitales Testfeld Autobahn'

### Beteiligte Referate:

F5 – Vernetzte Mobilität (Federführung)  
F4 – Automatisiertes Fahren  
B1 - Betonbau  
B3 - Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit  
V3 - Umweltschutz  
V5 - Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb

### Konzept

Die Forschungslinie wird in 5 Clustern bearbeitet:

- Cluster: Übergeordnete Fragen einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme (FF: F5)
- Cluster: Erweiterte Fahrerinformation und -assistenz, vernetztes Fahrzeug (Sicht der Automobilindustrie) (FF: F5)
- Cluster: Verkehrsmanagement (Sicht des Straßenbetreibers) (FF: V5)
- Cluster: Intermodale Mobilität (Sicht des Verkehrsteilnehmers) (FF: F5)
- Cluster: Intelligente Verkehrsinfrastruktur (FF: B1)

Unter das Cluster **Rahmenarchitektur** fallen Projekte, die alle Domänen intelligenter Verkehrssysteme überspannen. Hier sind sowohl technische als auch organisatorische und funktionale Fragen zu adressieren. Beispielhafte Projekte, die heute schon absehbar sind, sind: Rahmenarchitektur Intelligenter Verkehrssysteme, Qualität von Verkehrsinformationen, Funktionales Regelwerk für Intelligente Verkehrssysteme, etc.

Unter das Cluster „**vernetztes Fahrzeug**“ fallen Projekte zur Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation sowie zu Systemen, die Informationen von außen in das Fahrzeug bringen, um die Fahrerinformation und –assistenzsysteme sowie die Fahrzeugautomatisierung zu unterstützen. Beispielhafte Projekte, die heute schon absehbar sind, sind: KO-HAF (AP1), Referenzarchitektur „Verkehrsinformation“, etc.

Unter das Cluster „**Verkehrsmanagement**“ fallen Projekte zur kollektiven Verkehrsbeeinflussung sowie zu den Infrastrukturanteilen kooperativer Verkehrssysteme. Beispielprojekte, die heute schon absehbar sind, sind: Einführung kooperativer Systeme auf BAB (C-ITS Korridor), Referenzarchitektur „Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“, Konzept zur Definition strategischer Verkehrskorridore und Betrieb bundesweit vernetzter Verkehrs- und Betriebszentralen, MARZ nächste Generation, TLS nächste Generation, Umweltsensitives Verkehrsmanagement, etc.

Unter das Cluster „**Intermodale Mobilität**“ fallen zunächst Projekte zur Informationsbereitstellung für die Planung und Durchführung von intermodalen Reiseketten im Bereich des Personenverkehrs. Derzeit gibt es nur ein externes Forschungsprojekt, die „Referenzarchitektur für intermodale Reiseinformation“ in diesem Cluster. Im Zusammenhang mit der nachhaltigen Mobilitätssicherung für die Zukunft werden auch weitere Fragestellungen aufkommen, denen sich die BASt stellen wird.

Unter das Cluster „**Intelligente Verkehrsinfrastruktur**“ fallen Projekte zur Fahrzeug–Infrastruktur-Kommunikation, wie z. B. Konzeption und Demonstration von Bausteinen der Intelligenten Brücke sowie der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Elementen der Tunnelausstattung. Für die Intelligente Brücke betreffen die Entwicklungen neue Sensortechnologien, die Datenerfassung und -analyse in Sensornetzen sowie die Bewertung von abgeleiteten Informationen im Hinblick auf Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Restnutzungsdauer der Infrastruktur. Erste Pilotstudien sind im Rahmen von duraBASt und im digitalen Testfeld Autobahn vorgesehen. Die neuen Möglichkeiten für die Kommunikation zwischen Tunneln und Fahrzeugen sowie insbesondere deren Auswirkungen auf die Tunnelsicherheit und das Selbstrettungskonzept in Straßentunneln sollen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht werden.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme	IVS-Rahmenarchitektur erstellt	Pflegekonzept für IVS-Rahmenarchitektur liegt vor	Optimierte IVS-Rahmenarchitektur fertig		IVS-Rahmenarchitektur in D eingeführt
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig X Ext Dritt
Vernetztes Fahrzeug	Konzept für backendbasierte Datengrundlage für das HAF erstellt		IVS-Referenzarchitektur für Verkehrsinfo fertig	Konzept für backendbasierte Datengrundlage für das HAF praktisch erprobt	
	Eig Ext Dritt X	Eig Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt X	Eig Ext Dritt
Verkehrsmanagement			IVS-Referenzarchitektur für betreiberübergreifendes VM fertig		
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Intermodale Mobilität			IVS-Referenzarchitektur für Multimodale Reiseinformation fertig		
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Intelligente Verkehrsinfrastruktur		Pilotstudien zur Intelligenten Brücke		Machbarkeitsstudie zur Kommunikation zwischen Tunneln und Fahrzeugen	
	Eig Ext Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## **Ziele und angestrebte Umsetzung**

Hauptziel dieser Forschungslinie ist die Schaffung von Rahmenbedingungen für die Entwicklung, Einführung und den Betrieb von innovativen, auf Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) basierenden Systemen zur dauerhaften Gewährleistung einer sicheren, effizienten und umweltverträglichen Mobilität in Deutschland ("Mobilität 4.0"). Hierbei werden sowohl technische, funktionale als auch organisatorische Themen adressiert.

Merkmal aller dieser Aktivitäten ist die zunehmende Beteiligung neuer, nicht unmittelbar aus der Fahrzeugtechnik oder dem Straßenwesen kommenden Stakeholdergruppen. Die BAST sieht es als ihre Aufgabe an, die Beteiligten zusammenzubringen und so das gegenseitige Verständnis im Spannungsfeld Gesetzgeber/Straßenbetreiber/Automotive- und IKT-Industrie zu fördern. Auch die forschungsseitige Begleitung der Entwicklung neuer IKT-Anwendungen für das Verkehrssystem 'Straße' ist Gegenstand, wobei insbesondere auch stets Aspekte der IT-Sicherheit und des Datenschutzes zu berücksichtigen sind; auch wird die Erstellung von Regelwerken für die Umsetzung durch die Straßenbetreiber/Straßenbaulastträger angestrebt.

Durch eine frühzeitige Beteiligung der BAST an solchen Aktivitäten, wird eine fundierte Beratung des BMVI hinsichtlich der Einführung neuer Technologien möglich. Die Rolle der BAST ist hier konzeptioneller Natur und fokussiert auf die Unterstützung bei der Schaffung von geeigneten Bedingungen durch das BMVI, damit neue Technologien von den am Markt agierenden Akteuren erfolgreich eingeführt und von den Anwendern sicher betrieben werden können.

## 1.11 Elektromobilität

### Kurzbeschreibung

Aufgrund der erforderlichen Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor werden elektrische Antriebe als Alternative weiterentwickelt. Auch im Bereich schwerer Nutzfahrzeuge sind Feldversuche zur Erprobung des verstärkten Einsatzes elektrischer Antriebe durch die Bundesregierung vorgesehen. Neben Batterieantrieben, die ein Ladesäulennetz erfordern, werden auch Konzepte wie Oberleitung und induktives Laden verfolgt. Für die Antriebsarten, die eine infrastrukturseitige Investition erfordern, besteht ein entsprechend hohes Risiko von Fehlinvestitionen. Ein wichtiger Aspekt ist letztendlich die Frage, welche Antriebsarten sich durchsetzen werden.

Zielsetzung der Forschungslinie ist es deshalb, die Entwicklungen der unterschiedlichen Konzepte zu begleiten und deren Auswirkungen und Realisierbarkeit auch aus Infrastruktursicht anhand der Ergebnisse aus Feldversuchen vergleichend zu bewerten.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

**EU:** Horizon 2020  
**Bundesreg.:** Nationale Plattform Elektromobilität  
**BMVI:** Straße im 21. Jahrhundert

### Beteiligte Referate

V5 - Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetrieb (Federführung)  
F1 – Aktive Fahrzeugsicherheit und Fahrerassistenzsysteme  
S1 - Intelligenter Straßenaufbau, Regenerative Energie, Klimawandel

### Konzept

Die Forschungslinie wird ausgehend von der Klassifikation und den Definitionen in 4 Clustern bearbeitet:

- Cluster Bewertung von Ladekonzepten
- Cluster Elektromobilität im Schwerverkehr
- Cluster Praxisversuche Elektromobilität
- Cluster Fahrzeugkonzepte

Für die Elektromobilität sind verschiedene **Ladekonzepte** in der Entwicklung

- Elektro(schnell-)laden über Kabel an Tankstellen
- Tanken von Treibstoffen zur Stromerzeugung (z.B. Wasserstoff)
- Induktives Laden an Ladepunkten
- Induktives Laden während der Fahrt
- Oberleitungsbetrieb für schwere Lkw

Die unterschiedlichen Konzepte befinden sich alle in der Entwicklung und weisen einen unterschiedlichen Reifegrad auf. Aus dem Blickwinkel längerer Reisen auf Bundesfernstraßen sollen die erforderlichen infrastrukturseitigen Maßnahmen zusammengestellt und auf deren technische und finanzielle Realisierbarkeit bewertet werden. Ziel ist, ein Handlungskonzept für die Unterstützung der Elektromobilität für weitere Reisen auf Bundesfernstraßen weiterzuentwickeln.

Der **elektrische Antrieb im Schwerverkehr** hat den höchsten Energiebedarf bei den Straßenfahrzeugen und stellt daher die größte Herausforderung dar. In den Schwerverkehrsfahrzeug integrierte Energiespeicher werden bei größeren Reichweiten zu groß und zu schwer, um sie wirtschaftlich nutzen zu können. Daher sind hier besondere Konzepte gefragt, um die Energie in die Fahrzeuge zu bringen.

Über die Ladekonzepte werden verlässliche Daten anhand von **Praxisversuchen** benötigt. Daher werden geeignete Versuchsszenarien und Versuchsumgebungen definiert. Für Untersuchung zum Schnellladen von Elektropersonenfahrzeugen der zweiten Generation wurde ein BMW i3 für die Studie mit Messtechnik ausgerüstet. Damit ist es möglich Zusammenhänge zwischen verschiedenen

Bedingungen (z.B. Klimaverhältnisse oder Streckenprofil) und der Reichweite zu ziehen. Desweiteren wird der Energiebedarf des Fahrzeuges beim Laden in der BASt gemessen. Eine Langzeitauswertung erfolgt im Projekt ELUIS.

Im Cluster **Fahrzeugkonzepte** werden elektrische Kleinstfahrzeuge hinsichtlich Fahrverhalten in der Praxis untersucht. Hieraus sollen Empfehlungen für die rechtliche Einstufung in eine Fahrzeugkategorie und Sicherheitsmaßnahmen und Regeln abgeleitet werden.

### Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Bewertung von Ladekonzepten					
	Eig <sup>1</sup> Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Elektromobilität im Schwerverkehr					
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Praxisversuche Elektromobilität					
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Fahrzeugkonzepte					
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt

1 Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

### Ziele und angestrebte Umsetzung

- Vergleichende Bewertung der unterschiedlichen Ladetechniken hinsichtlich der Umsetzung auf das BAB-Netz
- Definition möglicher Pilotstrecken und Umsetzungsempfehlungen
- Empfehlung zur sicherheitstechnischen und rechtlichen Einstufung neuer Elektrofahrkleinfahrzeuge

## 1.12 Steigendes Güterverkehrsaufkommen – Maßnahmen für eine zukunftsfähige Straßeninfrastruktur

### Kurzbeschreibung

Im Straßengüterverkehr wird nach der aktuellen Verkehrsverflechtungsprognose eine Zunahme der Verkehrsleistung im Zeitraum 2010 - 2030 um rund 39 % von 437 auf 607 Mrd. tkm erwartet. Gleichzeitig wird prognostiziert, dass auch noch in 2030 nahezu unverändert fast drei Viertel der Transportleistung des Güterverkehrs auf der Straße erbracht wird. Bereits heute sind erhebliche Teile insbesondere des Fernstraßennetzes überlastet. Der zunehmende Güterverkehr wird dieses Problem weiter verschärfen. Die steigende Lkw-Parkplatznachfrage sowie überdurchschnittlich folgenschwere Unfälle mit Lkw-Beteiligung verdeutlichen den Handlungsbedarf. Damit die Infrastruktur in Bezug auf den zunehmenden Straßengüterverkehr zukunftsfähig ist, sind Maßnahmen zu entwickeln.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

**Bundesreg.:** Aktionsplan Güterverkehr und Logistik aus 2010  
Koalitionsvertrag – Bundesweiter Feldversuch „Lang-Lkw“

### Beteiligte Referate

V5 – Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb (Federführung)  
F1 – Aktive Fahrzeugsicherheit und Fahrerassistenzsysteme  
U2 – Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie  
U3 – Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik  
V1 – Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung  
V2 – Verkehrsstatistik, BISStra  
V4 – Straßenausstattung;

### Konzept

Die Forschungslinie wird in 4 Clustern bearbeitet:

- Cluster dynamische Verkehrssteuerung für Lkw (FF: V5)
- Cluster Lkw-Verwiegung (FF: V5)
- Cluster Feldversuch Lang-Lkw (FF: V1)
- Cluster intelligentes Lkw-Parken (FF: V5)

Zur Berücksichtigung von infrastrukturellen Randbedingungen und Umwelteinflüssen sollen Maßnahmen für gesonderte **dynamische Verkehrssteuerungen für Lkw** entwickelt werden. Streckenbeeinflussungsanlagen mit dynamischem Lkw-Überholverbot haben die Zielsetzung, den Verkehrsfluss auf BAB-Abschnitten situationsabhängig zu optimieren. Zur Untersuchung der Wirkung solcher Anlagen besteht weiterer Forschungsbedarf. In den nächsten Jahren ist davon auszugehen, dass zunehmend Streckenabschnitte für den Schwerverkehr gesperrt werden. Ursachen dafür sind unter anderem kritische Infrastrukturen (Brücken etc.) und Umweltaspekte (Schadstoff-Emissionen). Daher sind Strategien für die gesonderte Routenführung für den Schwerverkehr zu entwickeln.

Die Beanspruchung der Infrastruktur durch den Schwerverkehr bestimmt deren Nutzungsdauer. Erhöhte Beanspruchungen führen zu erhöhten Kosten und zu zusätzlichen Verkehrsbeeinträchtigungen durch Erhaltungsmaßnahmen. Für die Dimensionierung und zum Schutz der Infrastruktur ist die Datenbasis zur tatsächlichen Beanspruchung zuverlässig fortzuführen und weiterzuentwickeln. Eine effektive Kontrolle von Fahrzeug- bzw. Achslasten im fließenden Verkehr mittels einer zu entwickelnden automatischen, gerichtsfesten **Lkw-Verwiegung**, würde zu einer Senkung der Erhaltungskosten führen. Bei Brückenbauwerken, die in ihrer Tragfähigkeit beeinträchtigt sind, könnte durch ein entsprechendes Überwachungssystem der Lasten die Sicherheit gewährleistet und eine Sperrung für den gesamten Verkehr vermieden werden.

Die wissenschaftliche Begleituntersuchung des seit Januar 2012 laufenden **Feldversuchs mit Lang-Lkw** war bereits Bestandteil der letzten mittelfristigen Forschungsplanung der BAST. Da der Feldversuch noch bis Ende 2016 andauert, wird die wissenschaftliche Begleitung des Feldversuchs durch die BAST nun im Rahmen der neuen mittelfristigen Forschungsplanung fortgeführt. Unter anderem wird es eine erneute Fahrerbefragung nach deren nun umfangreicheren Erfahrungen mit

Lang-Lkw geben. Des Weiteren werden sich die Projektbeteiligten mit Lösungsansätzen für das Parken von Lang-Lkw beschäftigen und eine theoretische Ableitung von möglichen Auswirkungen von Lang-Lkw auf Schutzeinrichtungen auf Brücken vornehmen. Eine erneute Analyse der Transportvorgänge soll die bisher gewonnenen Erkenntnisse über die Güter- und Logistikstrukturen verifizieren. Die bereits vorliegende umfangreiche Datenbasis sowie diese Nacherhebungen bilden dann die Grundlage für eine modellhafte Ermittlung der Verkehrsnachfragewirkungen. Die Bearbeitung weiterer fahrzeugtechnischer Fragestellungen sowie zur Straßenbeanspruchung und zur Verkehrssicherheit runden das abschließende Untersuchungsprogramm ab. Ziel des Feldversuchs ist es nach wie vor, Chancen und Risiken von Lang-Lkw im Vergleich zu herkömmlichen Lkw aufzuzeigen. Lang-Lkw sind Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen, die mit bis zu 25,25 Meter zwar um maximal 6,50 Meter länger als derzeitige Lkw sind, ein höheres zulässiges Gesamtgewicht als die auch heute schon geltenden 40 beziehungsweise 44 Tonnen im Kombinierten Verkehr haben sie nicht.

Im April 2013 wurde im Auftrag des BMVI eine Erhebung der Parksituation für LKW an Bundesautobahnen durchgeführt. Im Rahmen der Erhebung wurde bundesweit ein Fehlbestand von rd. 11.000 Lkw-Parkständen ermittelt. Zur Optimierung des Angebots an Lkw-Parkständen werden vom Bund jährlich rund 130 Mio. € den Bundesländern für Neu-, Um- und Ausbau der Rastanlagen an BAB zur Verfügung gestellt. Zur Erfassung des weiteren Bedarfs an Lkw-Parkständen sollen die Bedarfsprognose aktualisiert sowie eine erneute Bestandserhebung durchgeführt werden. Ergänzend zu dem konventionellen Neu-, Um- und Ausbau soll durch **intelligente Lkw-Parksysteme** zusätzlicher Parkraum zur Verfügung gestellt und der vorhandene effizienter nutzbar gemacht werden. Die besonderen telematischen Parkverfahren (Kolonnenparken, Kompaktparken etc.) zur Schaffung von zusätzlichem Parkraum werden dazu weiterentwickelt, in der Praxis erprobt und es werden die Anforderungen an eine Streckensteuerung für intelligentes Lkw-Parken erarbeitet (Lkw-Parkinformationen).

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Dynamische Verkehrssteuerung für Lkw					Abschlussbericht dynamisches Lkw-Überholverbot  Strategien Lkw-Routenführung
	Eig <sup>1</sup> Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Lkw-Verwiegung		Einschätzung zu neuen Messverfahren		Neue Auswerteverfahren	Anforderungen gerichtsfeste Verfahren
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Feldversuch Lang-Lkw	Abschlussbericht zum Feldversuch				
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Intelligentes Lkw-Parken	Inbetriebnahme Pilotanlage Kompaktparken	Wirtschaftlichkeitsbewertung besondere Parkverfahren  Bedarfsprognose Lkw-Parken  Anforderungen an eine Streckensteuerung für intelligentes Lkw-Parken (Lkw-Parkinformationen)			
	Eig X Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
			Konzept für Bestandserhebung Lkw-Parkbedarf		Bestandserhebung Lkw-Parkbedarf
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## Ziele und angestrebte Umsetzung

Zur dynamischen Verkehrssteuerung für Lkw sind Streckenbeeinflussungsanlagen mit dynamischem Lkw-Überholverbot im Einsatz. Ziel ist hier die Evaluation und Optimierung sowie die Entwicklung und Erprobung neuer Systeme. Daraus sind Standards abzuleiten, die die effiziente Umsetzung von Maßnahmen zur dynamischen Verkehrssteuerung für Lkw ermöglichen.

Durch neue Messtechniken und intelligente Auswerteverfahren soll die Datenbasis über den Güterverkehr erweitert werden. Für automatische, gerichtsfeste Lkw-Waagen sollen zunächst die technischen Möglichkeiten erprobt und anschließend Anforderungen für die Installation und den Betrieb solcher Anlagen definiert werden. Diese Verfahren sollen auch in Feldversuchen praktisch erprobt werden.

Ziel des Feldversuchs Lang-Lkw ist es, Chancen und Risiken von Lang-Lkw im Vergleich zu herkömmlichen Lkw aufzuzeigen. Somit sollen wissenschaftlich gestützte Grundlagen für die politischen Entscheidungsträger geschaffen werden.

Zum intelligenten Lkw-Parken sollen technisch und wirtschaftlich effiziente Möglichkeiten aufgezeigt werden, die Bund und Länder bei der Umsetzung standardisierter Lösungen zur Bewältigung der Lkw-Parknachfrage unterstützen.

## 1.13 Verkehr und Umweltschutz

### Kurzbeschreibung

Verkehr ist ein entscheidender Antrieb für die gesellschaftliche Entwicklung, gleichzeitig erzeugt Verkehr zum Teil nachteilige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und auf ökologische Systeme. Daher stellen die Verminderung der Lärm- und Abgasemissionen von Kraftfahrzeugen und die Reduzierung der verkehrsbedingten Schadstoff- und CO<sub>2</sub>-Emissionen wesentliche Herausforderungen dar. Zusätzlich sind geeignete Maßnahmen erforderlich, um weiterhin aus Straßenverkehr und -bauwerken resultierende Beeinträchtigungen für Mensch und Umwelt abzubauen und dabei gleichzeitig relevante Schutzziele wie Mobilität und Verkehrssicherheit zu erhalten. Mit den dieser Forschungslinie zugeordneten Untersuchungen sollen wissenschaftliche Grundlagen geschaffen werden, um die verkehrsbedingten Lärm- und Schadstoffbelastungen zu reduzieren und Anforderungen internationaler und nationaler Regelungen einzuhalten bzw. weiterzuentwickeln sowie die Barrierewirkung von Verkehrswegen abzubauen.

Neben diesen umweltspezifischen Betrachtungen ist es jedoch nur durch eine ganzheitliche Betrachtung möglich, die Wechselwirkungen zwischen komplementären sowie konkurrierenden Zielgrößen zu erkennen. In diesem Sinne besteht auch ein Bezug zu den Forschungslinien, in deren Rahmen Sicherheit, Nachhaltigkeit, Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit der Straßeninfrastruktur im Vordergrund stehen.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

<b>EU/UNECE</b>	Rahmenbedingungen zu Immissionsschutz, Naturschutz, Gewässerschutz Rahmenbedingungen für Kfz-technische Vorschriften zu Emissionen und Energieverbrauch
<b>Bundesreg.:</b>	gesetzliche Rahmenbedingungen zu Immissionsschutz, Naturschutz, Boden- und Gewässerschutz
<b>BMVI:</b>	Verkehrslärmschutzpakete I und II aktuelle verkehrspolitische Ziele (Koalitionsvertrag) Straße im 21. Jahrhundert: „Die emissionsarme Straße“ und „Die Straße als Lebensraum“ BMVI Expertennetzwerk „Wissen, Können, Handeln“, Themenfeld 2 „Verkehr und Infrastruktur nachhaltig entwickeln“ StVZO
<b>BMUB / BMVI:</b>	Bundesprogramm Wiedervernetzung

### Beteiligte Referate

- V3 - Umweltschutz (Federführung)
- F3 – Emissionen im Kraftfahrzeugbereich
- F4 – Automatisiertes Fahren
- F5 – Vernetzte Mobilität
- V4 – Straßenausstattung
- V5 – Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb

### Konzept

Die Forschungslinie wird auf den Ergebnissen der bisherigen Forschungslinien „Lebensraum Schützen: Klima, Boden, Wasser, Luft, Natur und Landschaft“ und „Der lärmarme Verkehr“ aufbauend in vier Clustern bearbeitet.

### Emissionen des Straßenverkehrs – fahrzeugtechnische Aspekte (Federführung F3)

Fundierte Angaben zum heutigen und zukünftigen Energieverbrauch sowie zu Emissionen des Verkehrssektors stellen eine wichtige Grundlage für die Entwicklung von Umweltvorschriften und -gesetzen dar. Für die Berechnung und Prognose der straßenverkehrsbedingten Emissionen wird das Daten- und Rechenmodell TREMOD verwendet, welches stetig um aktuelle Emissions-, Bestands- und Verkehrsleistungsdatensätze aktualisiert und weiterentwickelt wird.

Die Expertengruppe "Abgas und Energie" der Vereinten Nationen (UNECE) erarbeitet eine weltweit harmonisierte Testprozedur für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (WLTP), die zu einem realitätsnäheren Prüfzyklus führen soll. Gleichzeitig werden die bei der Typgenehmigung anzuwendenden Testverfahren und -parameter überarbeitet. Bei der Begleitung dieser auf internationaler Ebene laufenden Arbeiten steht in der nächsten Zeit der Vergleich zwischen NEFZ- und WLTP-Werten (insbesondere der CO<sub>2</sub>-Emissionswerte) im Vordergrund.

Mit der Einführung der Emissionsgrenzwertstufen „Euro 5“ und „Euro 6“ für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge wurde festgelegt, dass die Anforderungen der Verordnung auch im normalen Betrieb auf der Straße (Realemissionen) zu erfüllen sind. Der Umfang der Typprüfung soll daher um RDE-Messungen (Real-Driving-Emissions) erweitert werden, für die Rahmenbedingungen, Parameter, Anforderungen, Messdatenauswertung, Nachbearbeitung usw. zu ermitteln und festzulegen sind. Die EU-Verordnung zu Realemissionen von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen wird als wichtige Maßnahme zur Erreichung von Luftqualitätszielen angesehen.

Eine weitere zentrale Fragestellung ist ebenfalls die Übertragbarkeit von Typprüfergebnissen der Geräusch-Emissionen auf in-use-Werte der Fahrzeuge im Verkehr. Dies gilt für die einzelnen Komponenten wie Reifen oder Auspuffanlagen ebenso wie für das gesamte Fahrzeug und die Fahrbahndeckschichten in Abhängigkeit von ihrem jeweiligen Zustand.

Die Verordnung VO (EU) 168/2013 schreibt für Fahrzeuge der Fahrzeugklasse L neue Schadstoffgrenzwerte mit Einführung der Abgasnormen Euro 4 (2016) und Euro 5 (2020) vor. Darin werden neben den Auspuffemissionen im Fahrbetrieb zusätzlich die Verdunstungsemissionen nach Warm-/Heißabstell-Vorgängen sowie durch Tankatmung berücksichtigt, da diese einen hohen Anteil an den gesamten HC-Emissionen in dieser Fahrzeugklasse ausmachen. Die BAST wird die Entwicklung des Anteils aller in der Verordnung reglementierten Schadstoffe der Fahrzeugklasse L an den gesamten Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs untersuchen.

### **Emissionen des Straßenverkehrs - verkehrstechnische Aspekte (Federführung V3)**

Neben der Vermeidung von Emissionen durch innermotorische Maßnahmen bzw. durch den Einsatz von Systemen zur Abgasnachbehandlung, die unmittelbar an der Quelle angreifen, können auch mittelbare Maßnahmen relevant werden. Gezielte Eingriffe in die Verkehrssteuerung und -lenkung können den Verkehr weiter verflüssigen, was sich wiederum auf die Emissionen von Luftschadstoffen und Treibhausgasen (insbesondere CO<sub>2</sub>) sowie die Geräuschemission auswirken kann.

So kann Verkehr in weniger sensible Straßenabschnitte oder Gebiete umgelenkt oder durch die Schaltung von Lichtsignalanlagen beeinflusst werden. Ziel ist eine Verteilung und Verflüssigung des Verkehrs, um energiezehrende und geräuschvolle Beschleunigungs-, Schalt- und Bremsvorgänge beim Stop&Go-Verkehr oder in Stausituationen und einen damit verbundenen erhöhten Schadstoffausstoß zu vermeiden. Neben der Beeinflussung des Verkehrs auf der Grundlage aktueller Verkehrsdaten soll untersucht werden, wie eine Einbindung von Prognosemodellen zu Meteorologie, Lärm- und Schadstoffausbreitung in die Verkehrssteuerung erfolgen kann und welches Potential zur Vermeidung von Emissionen damit verbunden werden kann.

Die bewertete Kumulation der Geräuschemissionen von verschiedenen Verkehrsträgern (Straße, Schiene, Wasserstraße und Luftverkehr) ist ein bisher nicht bearbeitetes Forschungsfeld. Hier sollen auch in Verbindung mit den Untersuchungen im Themenfeld „Verkehr und Infrastruktur nachhaltig entwickeln“ des BMVI-Experten-netzwerkes Ansätze für eine verkehrsträgerübergreifende Bewertung erfolgen.

### **Verkehrsbedingte Immissionen (Federführung V3)**

Neben den Maßnahmen, die sich auf die verkehrlichen Emissionen auswirken, können auch indirekte Maßnahmen eingesetzt werden, um die Immissionen an Verkehrswegen zu mindern. Die Wirksamkeit von Lärmschutzeinrichtungen wie z.B. Wände, Tröge oder Tunnel bzgl. der Ausbreitung von Lärm und Abgasen kann durch geometrische und stoffliche Gestaltung positiv beeinflusst werden. Dabei stehen häufig einzelne Maßnahmen anderen Schutzziele entgegen. Beispielsweise vermindern Lärmschutzwände die Lärmbelastung von Anwohnern und Betonschutzwände erhöhen die Sicherheit von Fahrzeuginsassen bei Unfällen, gleichzeitig jedoch bedeuten sie auch eine Trennwirkung für Natur und Landschaftsräume und erfordern Entwässerungssysteme mit Reinigungsanlagen, die zusätzliche Flächen in Anspruch nehmen. Entwässerungssysteme ihrerseits führen Schadstoffe im Straßenabfluss einer Aufbereitung zu und wirken der Aufwirbelung und Verteilung deponierter Schadstoffe entgegen, stellen aber auch Fallen für bestimmte Arten dar. Die Beleuchtung von Straßenverkehrsanlagen dient neben der Verhinderung von Unfällen auch der Vermeidung von

Kriminalität sowie der Herstellung von Lebensqualität, allerdings beeinträchtigt die künstliche Beleuchtung bei Nacht Mensch und Natur.

Daher müssen Wirkungen von straßenbaulichen Maßnahmen, z.B. zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und zum Schutz bestimmter Umweltgüter, in Bezug auf alle Schutzgüter und deren Wechselwirkungen untereinander ermittelt und Lösungsansätze aufgezeigt werden. Teile dieser Untersuchungen werden im Themenfeld „Verkehr und Infrastruktur nachhaltig entwickeln“ des BMVI-Expertennetzwerkes verkehrsträgerübergreifend erfolgen.

### **Naturschutz** (Federführung V3)

Das Bundesprogramm Wiedervernetzung wurde im Februar 2012 von der Bundesregierung beschlossen. Ziel ist es, die bisher durch das überörtliche Straßennetz zerschnittenen Lebensraumkorridore wieder miteinander zu verbinden. Von den bestehenden Verkehrswegen sollen dann in der Regel keine erheblichen Beeinträchtigungen des Biotopverbundsystems mehr ausgehen. Untersuchungen zur erforderlichen Anzahl und Art von Querungshilfen und zur Durchlässigkeit von Verkehrswegen auch unter Berücksichtigung der Wildunfallprävention sind notwendig, um Beeinträchtigungen zu bewerten und gezielt vermindern zu können.

Eine andere Frage betrifft die Ausstattung der Querungshilfen mit den für ein bestimmtes Tierartenspektrum erforderlichen Biotoptypen. Differenziertere Biotoptypen sind nur über spezielle Substrateigenschaften zu etablieren, die noch ermittelt werden müssen.

Entgegen der Zerschneidung von Lebensräumen durch den Straßenkörper haben die Seitenflächen entlang der Verkehrswege ein biotopverbindendes Potential. Es gilt, dieses in Verbindung mit den Untersuchungen zum Themenfeld „Verkehr und Infrastruktur nachhaltig entwickeln“ des BMVI-Expertennetzwerkes auch verkehrsträgerübergreifend ökologisch zu entwickeln und gegenüber der Konkurrenz anderweitiger Nutzungen abzugrenzen.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Emissionen des Straßenverkehrs – fahrzeugtechnische Aspekte		Überleitung der Ergebnisse der Fahrleistungserhebung nach TREMOD	Modellentwicklung zur Generierung von Emissionsfaktoren für mot. Zweiräder abgeschlossen	Generierung von Emissionsfaktoren für mot. Zweiräder abgeschlossen	Implementierung von Emissionsfaktoren von mot. Zweirädern in HBEFA und in TREMOD
	Eig <sup>1</sup> Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt
Emissionen des Straßenverkehrs – verkehrstechnische Aspekte			Wirkungsmodell zu prognoseunterstützter Verkehrssteuerung	Verfahren zur bewerteten Kumulation der Geräuschemission von verschiedenen Verkehrsträgern	
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt
Verkehrsbedingte Immissionen	Leitfaden zur Bewertung des Stickstoffeintrags (critical loads); Einführung RiStWag	Fortschreibung der Maßnahmen zur Luftreinhaltung an Straßen (MARLIS 4.0); Modellbauwerk IRAE	RLuS 2018	Fortschreibung der Maßnahmen zur Luftreinhaltung an Straßen (MARLIS 5.0)	Verkehrsträgerübergreifendes Maßnahmenmodell; Einführung RAS Ew
	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt
Naturschutz		Fortschreibung der Datenbank über Querungshilfen an Bundesfernstraßen		Verfahren zur Evaluation der Erforderlichkeit von Querungshilfen	
	Eig Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## Ziele und angestrebte Umsetzung

Grundlage für die Steuerung von Entwicklungen im Bereich der Emission von Fahrzeugen ist die Kenntnis der realen Emissionen und deren Abschätzung aus den Typprüfwerten für eine möglichst realitätsnahe Modellierung von Zukunftsszenarien. Ziel der Forschungslinie ist die darauf aufbauende Weiterentwicklung von Vorschriften zur Reduzierung der Lärm- und Abgasemissionen sowie der Gewährleistung der Dauerhaltbarkeit von emissionsmindernden Bauteilen und Systemen. Die Umsetzung erfolgt in der Regel durch Änderung internationaler kraftfahrzeugtechnischer Vorschriften auf EU- oder UNECE-Ebene unter maßgeblicher Beteiligung des BMVI.

Mit den dieser Forschungslinie zugeordneten Untersuchungen sollen wissenschaftliche Grundlagen geschaffen werden, um die verkehrsbedingten Lärm- und Schadstoffbelastungen zu reduzieren und Anforderungen internationaler und nationaler Regelungen einzuhalten. Gleichzeitig sollen die Untersuchungen dazu dienen, Regelwerke zu erstellen bzw. weiterzuentwickeln sowie die Barrierewirkung von Verkehrswegen abzubauen. Die Umsetzung der Ergebnisse wird in den Regelwerken der Forschungsgesellschaft für Straßenwesen vor allem aber auch durch Anpassungen von Regelungen und Richtlinien bzw. Verordnungen erfolgen.

## 1.14 Erhaltung und Optimierung der Leistungsfähigkeit

### Kurzbeschreibung

Die Gewährleistung einer leistungsfähigen Straßeninfrastruktur ist Voraussetzung für eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland. Der Ausbau- sowie der Erhaltungsbedarf der Infrastruktur erfordern auch zukünftig die Einrichtung zahlreicher Arbeitsstellen mit entsprechenden Auswirkungen auf den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit. Durch eine Optimierung der Planung sowie der Koordination und Abwicklung von Arbeitsstellen im Rahmen des Arbeitsstellenmanagements soll sichergestellt werden, dass das Eintrittsrisiko, die Dauer und Auswirkungen von arbeitsstellenbedingten Störungen reduziert werden. Zum anderen muss die Entwicklung und Evaluation neuer verkehrstechnischer Maßnahmen zu einer sicheren und effizienten Baustellenverkehrsführung beitragen. Dies bedingt auch die Berücksichtigung von Aspekten der Wahrnehmung und des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer. Durch eine enge Verzahnung zur Forschungslinie „Sicherstellung der Verfügbarkeit“ (1.04) sollen auch die bautechnischen Möglichkeiten zur Minimierung der verkehrlichen Störungen durch Arbeitsstellen ausgeschöpft werden.

Durch Weiterentwicklung und Optimierung der Verfahren zur Bewertung des Verkehrsablaufs sowie durch die Entwicklung von Strategien für ein netzweites Verkehrsmanagement soll die Verkehrsqualität im gesamten Straßennetz verbessert und damit die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Straßeninfrastruktur auch zukünftig sichergestellt werden. Die Wirksamkeit bestehender Verkehrsbeeinflussungssysteme muss kontinuierlich bewertet und verbessert werden. So gilt es, neue Strategien zu entwickeln, um Verkehrsstörungen durch die Kombination von Netz-, Strecken- und Knotenbeeinflussungssystemen zu adressieren.

Für die dauerhafte Verfügbarkeit einer leistungsfähigen Straßeninfrastruktur stellt aber auch die Leistungserbringung des Straßenbetriebsdienstes eine zentrale Größe dar. Hier bestehen zahlreiche Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich der Organisation von Arbeitsprozessen und des Einsatzes neuer Technologien, um die Qualität der Arbeiten zu erhöhen und die Störungen des Verkehrs zu senken. Dabei sind die Schutzmaßnahmen für das Betriebsdienstpersonal zu verbessern.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

<b>EU:</b>	EU-Verkehrs-Weißbuch European ITS Plattform (EIP) Horizon 2020
<b>Bundesreg.:</b>	Digitales Testfeld Autobahn
<b>BMVI:</b>	Straße im 21. Jahrhundert

### Beteiligte Referate

V1 – Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung (Federführung)  
F4 – Automatisiertes Fahren  
F5 – Vernetzte Mobilität  
S3 – Asphaltbauweisen; GS2 - Betonbauweisen  
U3 - Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik  
V3 – Umweltschutz  
V4 – Straßenausstattung  
V5 – Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb

### Konzept

Die Forschungslinie wird ausgehend von der Klassifikation und den Definitionen in 3 Clustern bearbeitet:

- Cluster Arbeitsstellen (Federführung V1)
- Cluster Straßenbetriebsdienst (Federführung V5)
- Cluster Verbesserung der Verkehrsqualität (Federführung V1)

Cluster Arbeitsstellen:

- Mit dem web-basierten Verkehrsanalyzesystem setzt die BAST eine Kernforderung des „Leitfadens zum Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen“ um, nach der die

verkehrliche Bewertung von Arbeitsstellen bereits bei deren Planung grundsätzlich IT-gestützt erfolgen soll. Es soll als Instrument der Fachaufsicht des Bundes über die koordinierte Baubetriebsplanung dienen und gleichzeitig die zuständigen Behörden bei der Optimierung der Arbeitsstellenplanung unterstützen. So wird es möglich sein, Bewertungen von unterschiedlichen Arbeitsstellenszenarien im Netz durchzuführen. Desweiteren soll das System auch für weitergehende Fragestellungen dienen, z.B. ob und in welchem Umfang ein Ausbau der Verkehrsinfrastruktur volkswirtschaftlich sinnvoll ist oder wann aus verkehrlicher Sicht notwendige Erhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden können. Durch den Aufbau einer gemeinsamen Datenbank von geplanten und realisierten Arbeitsstellen im Rahmen des Verkehrsanalyzesystems soll ein Abgleich zwischen Planung und Ausführung ermöglicht werden mit dem Ziel, die Meldungsqualität der Arbeitsstellen zu erhöhen. Das Softwareprodukt Verkehrsanalyzesystem wird durch exemplarische prototypische Anwendungen und Prüfungen anhand realer Szenarien und Maßnahmenpakete umfangreich getestet und erprobt.

- Mit Hilfe einer makroskopischen Simulationssoftware sollen die verkehrlichen Effekte arbeitsstellenbedingter Voll- und Fahrtrichtungssperrungen auf Autobahnen unter Einbeziehung des nachgeordneten Netzes abgeschätzt und bei ausreichender Genauigkeit auf ihre Einspeisungsmöglichkeit in das Verkehrsanalyzesystem untersucht werden.
- Entwicklung und Evaluation von verkehrstechnischen Maßnahmen zur sicheren Baustellenverkehrsführung (RSA, ASR, QMB)
- Der Auf- und Abbau von Arbeitsstellen an Straßen hat Auswirkungen auf den Verkehrsablauf sowie auf die Verkehrs- und Arbeitssicherheit. Durch definierte Zwischenschritte bei der Einrichtung bzw. beim Abbau von Arbeitsstellen an Straßen soll der Verkehrsablauf während dieser Phasen optimiert und die Verkehrs- und Arbeitssicherheit verbessert werden. Im Ergebnis sollen bundeseinheitlich einsetzbare Phasenpläne sowie die Aufnahme der Phasenpläne entwickelt und in die entsprechenden Regelwerke (RSA) integriert werden.
- Im Rahmen der Forschungslinie 1.09 „Zunehmende Fahrzeugautomatisierung“ wird die Umsetzbarkeit eines automatisiert fahrenden Sperrfahrzeugs in Arbeitsstellen untersucht.
- Basierend auf vorliegenden Untersuchungen der psychologischen Wirkungen von Arbeitsstellen auf die Verkehrsteilnehmer soll die Beschilderung in Arbeitsstellen, insbesondere das Arbeitsstellen-Informationsschild, aber ggf. auch mit der Angabe der verbleibenden Länge in der Arbeitsstelle (z.B. in Form von Smileys), entsprechend dem Informationsbedarf der Verkehrsteilnehmer modifiziert werden. Die Modifikationen sollen ggf. in einem realitätsnahen Setting, z.B. in der Fahrsimulation, und in einem Feldversuch auf ihre Eignung hin überprüft werden.
- Um eine bessere Erkennbarkeit von Leiteinrichtungen bei schwierigen Fahraufgaben (z.B. Engstellen in Arbeitsstellen) zu erzielen, werden der Einsatz und die Wirksamkeit von fluoreszierenden Materialien auch unter Berücksichtigung möglicher Gewöhnungseffekte geprüft.
- Das Bundesfernstraßennetz wird in den nächsten Jahren zunehmend von der baulichen Erhaltung geprägt werden. Optimierte Bauprozesse lassen erwarten, dass eine Beschleunigung des Bauablaufs erfolgen kann und damit die zu erwartenden verkehrlichen Auswirkungen durch die Erhaltungsmaßnahmen minimiert werden können. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf die zeitliche Länge der Baustellen und die zu erwartende Bauqualität, da qualitätsmindernde Verkehrsführungen (z.B. halbseitige Sperrungen) vermieden werden können. Es erfolgt eine Abstimmung mit Cluster „Optimierte bauliche Erhaltung“ der Forschungslinie 1.04 „Sicherstellung der Verfügbarkeit“.
- Der Verkehrsablauf vor und in Arbeitsstellen wird zunehmend in den Fokus neu zu entwickelnder verkehrstechnischer Maßnahmen rücken. So werden Potentiale zur Stauvermeidung darin gesehen, die Verkehrsteilnehmer bei Fahrstreifenreduktionen stärker verkehrsbabhängig zu lenken, um den Verkehrsfluss so lange wie möglich aufrecht zu erhalten.

#### Cluster Straßenbetriebsdienst:

- Optimierung der Arbeitsprozesse im Betriebsdienst (Festlegung messbarer funktioneller Anforderungen an die Betriebsdienstarbeiten, Bewertung der Verfahren zur Reinigung von Öls Spuren).
- Entwicklung neuer Schutzmaßnahmen für das Betriebsdienstpersonal (Entwicklung eines automatisch fahrenden Absperrfahrzeugs).
- Für den Themenschwerpunkt „Entwicklung einer automatischen Streustoffausbringung“ sollen die technischen Grundlagen für die automatische Streustoffausbringung weiterentwickelt werden. Im Einzelnen geht es dabei um die Entwicklung geeigneter Sensoren für die

Straßenwetterstationen und Streufahrzeuge sowie die Entwicklung einer streckenbezogenen Vorhersage von Fahrbahnzustands- und Wetterdaten. Des Weiteren soll durch Entwicklung einer vollautomatischen Streustoffjustierung (nach vorgegebenen Einstellwerten) die Streustoffausbringung verbessert werden. Außerdem ist ein Verfahren zur Bewertung von Streueinsätzen zu entwickeln.

- Erhöhung der Verkehrssicherheit schwächerer Verkehrsteilnehmer auf Geh- und Radwegen bei kritischer Witterung. Schwerpunkt Winterdienst auf Innerortsstraßen.
- Minimierung von Versagensfällen junger Straßenbäume (vorwiegend Ahorn und Linde), durch Optimierung der Standortauswahl des Pflanzgutes und Schädlingsbekämpfung. Erfassung des bundesweiten Schadensausmaßes und Erarbeitung von mittel- bis langfristigen Maßnahmen zur Gegensteuerung. Einarbeitung der Ergebnisse in das bestehende Regelwerk mit dem Ziel eines effizienteren Einsatzes öffentlicher Mittel.
- Optimierung dezentraler Abwasserkläranlagen an unbewirtschafteten BAB-Rastanlagen (PWC). Fortschreibung dieser Thematik nach dem 2008 vergebenen Forschungsvorhaben als Pilot-Studie.
- Reinigung von Öls Spuren auf Verkehrsflächen. Weiterführung und Verifizierung einer Vorstudie.
- Die Aktualisierung und Neubewertung der derzeitigen Grünpflegepraxis sowie eine Fortführung der Optimierung des Sommerdienstes ist für die nächsten Jahre geplant.

#### Cluster Verbesserung der Verkehrsqualität:

- Das „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)“ wird auch über das Jahr 2015 hinaus kontinuierlich weiterentwickelt und optimiert werden. So ist eine Bewertung der mittleren Wartezeit wie auch der Instationaritäten an Knotenpunkten mit und ohne LSA nach wie vor nur eingeschränkt möglich. Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich bzgl. der Wechselwirkungen zwischen benachbarten Netzelementen. Darüber hinaus sollen analog zu Autobahnen für eine HBS-konforme Simulation des Verkehrsablaufs auf einbahnigen Landstraßen mit und ohne Überholfahrstreifen Standardparameterkombinationen ermittelt werden, um eine hohe Übereinstimmung der Simulationsergebnisse mit der Bemessung nach HBS zu gewährleisten.
- Mit Hilfe wissenschaftlicher Analyseverfahren im Rahmen des Verkehrsanalysesystems sollen die Auswirkungen von baulichen oder betrieblichen Maßnahmen bzw. von Störfällen auf den Verkehrsablauf untersucht und hinsichtlich ihrer volkswirtschaftlichen Auswirkungen analysiert werden. Hierzu ist auch die Verwendung stochastischer Eingangsgrößen zur Berücksichtigung von Unfällen, Pannen und Witterungsbedingungen möglich.
- Die Strategien für ein wirksames Verkehrsmanagement sind kontinuierlich weiterzuentwickeln: Vorangegangene Untersuchungen zeigen Probleme in der Praxis mit bestehenden Steuerungsverfahren: Bei nahezu gleiche Eingangsdaten kommt es zu widersprüchlichen Situationseinschätzungen und damit zu abweichenden Maßnahmen führen. In derartigen Grenzbereichen der Steuerung und festgelegter Parameter hängt die Akzeptanz im Einzelfall von der Nachkommastelle weniger, meist stark geglätteter Eingangsdaten ab. Auch im Hinblick auf die Akzeptanz und Wirkung von Verkehrsbeeinflussung besteht somit Verbesserungsbedarf.
- Ziel anstehender Projekte ist es, das Optimierungspotential bestehender Steuerungsverfahren, insbesondere für Streckenbeeinflussungsanlagen, aufzuzeigen und deren Schwachstellen zu identifizieren. Der Nutzen des Projektes wird darin gesehen, dass der Handlungsbedarf dokumentiert wird und Verbesserungsansätze für zukunftsorientierte Steuerungsverfahren entwickelt werden, denn auch bei zunehmend besserer Datenqualität können ungeeignete Steuerungsverfahren zu geringer Akzeptanz und Wirksamkeit von Verkehrsbeeinflussung führen. Es ist erforderlich, die Steuerungsverfahren an den Stand der Technik aber auch an neue Mobilitätsanforderungen (zunehmender Güterverkehr, Pendlerströme in Ballungsgebieten, Baustellen, Fernbusverkehr ...) anzupassen.
- Bestehende Regelwerke bedürfen der Aktualisierung und eventuell Neugestaltung (RWVZ, RWVA, HUS, Muster-RE-Entwurf für VBA, dWiSta, etc.).

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Arbeitsstellen</b>					
Verkehrsanalysesystem			Probetrieb	Regelbetrieb	
	Eig <sup>1</sup> Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext Dritt
Phasenmodelle	Abschluss des FE	Umsetzungsphase			
	Eig <sup>1</sup> Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Fahrstreifenreduktionsbeeinflussungsanlage	Vorstellen konzeptioneller Ideen	Erprobung im digitalen Testfeld			
	Eig <sup>1</sup> Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
<b>Straßenbetriebsdienst</b>					
Rindenrisse an jungen Straßenbäumen	Projektstart	Datenerfassung	Abschluss		
	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
PWC-Pilot Abwasserbehandlung	Abschluss				
	Eig Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Ölspuren II	Ausschreibung	Feldversuche, Laborversuche			
	Eig Ext x Dritt	Eig x Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Automatisches Streuen	Abgestimmte Anforderungen für Sensoren von Straßenwetterstationen	Abgestimmte Verfahren zur Prüfung von stationären Sensoren	Eig: Abgestimmte Anforderungen für mobile Sensoren  Ext: erste Modelle für streckenbezogene Glättevorhersagen, weiterentwickelt es Modell zur Streustoffdosierung	Eig: Abgestimmte Prüfverfahren für mobile Sensoren  Ext: Muster eines aussagekräftigen Messverfahrens zur Beurteilung des Kraftschlusses auf winterlichen Straßen	Ext: erste Erprobung einer automatischen Streumaschine in der Praxis  Dritt: Muster einer selbstjustierenden Streumaschine
	Eig x Ext Dritt	Eig x Ext Dritt	Eig x Ext x Dritt	Eig x Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt x
<b>Verbesserung der Verkehrsqualität</b>					
HBS-konforme Simulation auf einbahnigen Landstraßen		Entwicklung Standardparameter	Entwicklung Leitfaden – Projektabschluss		
	Eig Ext Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Weiterentwicklung von Verkehrsmanagementstrategien	Qualität und Wirksamkeit von SBA	Entwicklung neuer Steuerungsstrategien	Evaluationskonzept für neue Steuerungsstrategien		
	Eig Ext x Dritt	Eig x Ext Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## **Ziele und angestrebte Umsetzung**

Forschungsseitige Entwicklung noch ohne konkrete Umsetzung:

- Untersuchung der Auswirkungen von baulichen oder betrieblichen Maßnahmen bzw. von Störfällen auf den Verkehrsablauf durch Anwendung wissenschaftlicher Analyseverfahren im Rahmen des Verkehrsanalyzesystems

Umsetzung durch BMVI:

- Einsatz des Verkehrsanalyzesystems als Instrument der Fachaufsicht des Bundes zur koordinierten Baubetriebsplanung sowie als Instrument zur Bewertung unterschiedlicher Arbeitsstellen- und Erhaltungsszenarien im Netz
- Modifizierung der Beschilderung in Arbeitsstellen, z.B. des Arbeitsstellen-Informationsschildes
- Phasenmodelle: Nach Abschluss des Forschungsvorhabens sollen die Phasenpläne in die relevanten Regelwerke (RSA) integriert und umgesetzt werden.

Umsetzung durch nationale oder internationale Einrichtungen und Gremien:

- Neuerstellung und Überarbeitung von Europäischen Normen (EN-Reihe 15518) und nationaler Regelwerke zum Winterdienst

Umsetzung durch Dritte:

- Muster einer selbstjustierenden Streumaschine

## 1.15 Entwurf und Ausstattung sicherer Straßen

### Kurzbeschreibung

Die Einheit von Planung, Bau und Betrieb ist eine Grundvoraussetzung für eine sicher befahrbare und funktionsgerechte Straßeninfrastruktur. Das für die unterschiedlichen Straßenarten neugegliederte Entwurfsregelwerk bildet zusammen mit dem Regelwerk für die Straßenausstattung und dem Verkehrsrecht dafür die Grundlage.

Durch die Verwendung von einheitlichen Straßentypen sollen standardisierte Straßen geschaffen werden, die für die Verkehrsteilnehmer wiedererkennbar und bereifbar sind. Im Hinblick auf das vom Verkehrssicherheitsprogramm des BMVI angestrebte Ziel der Verringerung der im Straßenverkehr Getöteten bis zum Jahr 2020 um 40 % kommt den Landstraßen dabei eine ganz besondere Bedeutung zu. Dort verunglücken noch immer ca. 1.900 Verkehrsteilnehmer pro Jahr tödlich. Das entspricht 58 % aller im Straßenverkehr Getöteten.

Für das Straßennetz im Bestand sollen abgestufte Lösungen zur Anpassung an das aktuelle Regelwerk entwickelt werden. Das schließt auch die Behandlung des Radverkehrs mit ein. Verkehrsunsicherheiten auf Bestandsstrecken sollen durch geeignete Auditverfahren frühzeitig erkannt und wirksam behoben werden. Dafür notwendige Werkzeuge des Sicherheitsmanagements sind weiter zu entwickeln und verbindlich einzuführen.

Verbindliche Einsatzkriterien für dauerhaft sichere Fahrzeugrückhaltesysteme sollen flächendeckend für ein einheitliches Sicherheitsniveau sorgen. Dabei soll auch die Anpassung des Bestands an das aktuelle Regelwerk betrachtet sowie das Regelwerk fortgeschrieben werden. Simulationsverfahren für Fahrzeugrückhalteeinrichtungen sind zu entwickeln, um für die Beurteilung der Eignung neuer technischer Lösungen mehr Variationsmöglichkeiten zu haben und diese damit auf eine breitere Basis stellen zu können. Baumunfälle stellen nach wie vor ein besonderes Sicherheitsproblem dar. Maßnahmen zu deren Bekämpfung sind fortzuentwickeln. Untersuchungen zur Bussicherheit sollen u.a. dazu dienen, auch für zukünftige Herausforderungen z.B. aufgrund einer steigenden Anzahl von Fernreisebussen oder sich verändernden Fahrzeugen, eine sichere Funktion der Straßenausstattung gewährleisten zu können. Die verkehrssicherheitsfördernde Wirkung von Fahrbahnmarkierungen wird hinsichtlich der Nutzbarkeit für Fahrerassistenzsysteme weiterentwickelt und sorgt ihrerseits mit dynamischen Messverfahren zur Bewertung der Fahrbahnmarkierungen im Bestand für eine weitere Verbesserung des Sicherheitsniveaus im Straßennetz.

Die Frage nach der Sicherheit in Straßentunneln ergibt sich darüber hinaus durch die im Vergleich zur freien Strecke eingeschränkten Platz- und Sichtverhältnisse. Besondere Anforderungen werden an die Konstruktion und die Ausstattung gestellt, um dem Tunnelnutzer ein hohes Maß an Sicherheit während der Fahrt durch einen Tunnel auch und gerade im Störfall zu gewährleisten.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

- EU:** Leitlinien für die Politik der Straßenverkehrssicherheit 2011-2020  
Richtlinie 2008/96/EG über ein Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur  
Richtlinie 2004/54/EG über Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz
- BMVI:** Verkehrssicherheitsprogramm der Bundesregierung 2011

### Beteiligte Referate

- V1 – Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung (Federführung)  
B3 – Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile, Sicherheit  
V4 – Straßenausstattung

## **Konzept**

Die Forschungslinie wird in 4 Clustern bearbeitet:

- Straßenverkehrsinfrastruktur-Sicherheitsmanagement (V1)
- Landstraßensicherheit (V1)
- Passive und aktive Sicherheit der Straßeninfrastruktur (V4)
- Sicherheit in Straßentunneln (B3)

### **Straßenverkehrsinfrastruktur-Sicherheitsmanagement**

Deutschland hat in den vergangenen Jahren erheblich dazu beigetragen, die Verkehrssicherheit auf den Straßen der Europäischen Union zu verbessern und das gesetzte Ziel - die deutliche Reduktion der Zahl der im Straßenverkehr Getöteten - zu erreichen. Trotz der Erfolge bleibt die Verbesserung der Verkehrssicherheit auch zukünftig ein wichtiges Anliegen. Maßnahmen an der Straßenverkehrsinfrastruktur sind dabei von wesentlicher Bedeutung und bergen auch in Zukunft ein erhebliches Potenzial, um die Zahl der Getöteten und Verletzten weiter zu senken.

Die EU-Kommission (KOM) hat mit diesem Ziel die „Richtlinie 2008/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.11.2008 über ein Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur“ (EU-RL) bekannt gegeben, mit der EU-weit das Niveau der Straßenverkehrsinfrastruktursicherheit auf dem transeuropäischen Straßennetz (TEN-V) angehoben werden soll. Bereits vor der Überführung der EU-Richtlinie in nationales Recht per ARS Nr. 26/201 wurden ggf. noch fehlende Werkzeuge und Verfahren für ein Straßenverkehrsinfrastruktur-Sicherheitsmanagement entwickelt. Seitdem werden die bestehenden Verfahren permanent weiterentwickelt und im Hinblick auf die Belange der praktischen Anwendung verbessert, um eine effiziente Anwendung gewährleisten zu können. So werden die bisherigen Empfehlungen in Form von Richtlinien für das Sicherheitsaudit von Straßen unter Einbeziehung des Bestandsaudits weiterentwickelt. Die Einführung dieses neuen Verfahrens in der Praxis wird weiter begleitet und unterstützt. Neue, vor allem auch IT-gestützte Werkzeuge und Verfahren können in Zeiten knapper finanzieller sowie personeller Ressourcen dazu dienen, die zur Verfügung stehenden Mittel optimal einzusetzen, um eine nachhaltige Verbesserung der Verkehrssicherheit zu erreichen.

### **Landstraßensicherheit**

Mit den 2012 fertiggestellten Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL) wurde durch das zugrunde liegende Prinzip der Standardisierung von Entwurf- und Betriebsmerkmalen der Grundstein für eine weitere Verbesserung der Verkehrssicherheit geschaffen. Für die vorliegende Forschungslinie besteht das Ziel darin, das Entwurfsprinzip der RAL (Standardisierung und Wiedererkennbarkeit) auf das bereits bestehende Landstraßennetz zu übertragen. Mit Blick auf den optimalen Einsatz von Finanzmitteln, den vertretbaren Eingriff in den Verkehrsablauf und die Schonung der Umwelt müssen effiziente Wege gefunden werden, damit sich die in abgeschlossenen Forschungsvorhaben nachgewiesenen verkehrssicherheitsfördernden Effekte im Landstraßennetz zügig einstellen. Darüber hinaus sollten die Umsetzungsstrategien verfeinert und ausgeweitet werden, um die Grundgedanken und Inhalte der RAL durch alle Ebenen der Straßenbau- und -verkehrsbehörden zu kommunizieren, damit diese im gesamten Straßennetz Anwendung finden. Je zügiger das Entwurfsprinzip der RAL im Landstraßennetz umgesetzt und damit für den Verkehrsteilnehmer sichtbar wird, desto schneller kann sich das entsprechende Verhalten auf Landstraßen einstellen. Auch die Information der Verkehrsteilnehmer soll hierbei über unterschiedliche Kommunikationswege realisiert werden. Neben dem motorisierten Individualverkehr gilt es, ein attraktives und sicheres Netz für den Radverkehr im Zuge von Bundesfernstraßen voranzutreiben. Aufgrund der steigenden Verbreitung von elektrisch unterstützten Fahrrädern wird zukünftig der Radverkehr auch auf längeren Strecken zunehmend als umweltschonendes und gesundheitsförderndes Verkehrsmittel genutzt werden. Damit werden Anpassungen der Infrastruktur im Hinblick auf die Radverkehrsplanung und -konzeption notwendig sein. Deshalb sind (neben den Ansätzen der Forschungslinien 1.18 und 1.19) auch Grundlagen für funktionsgerechte Radverkehrsnetze zu schaffen.

### **Passive und aktive Sicherheit der Straßeninfrastruktur**

Im Bereich der passiven Sicherheit sollen zwei Schwerpunkte gebildet werden. Zum einen soll der Anprall an Gegenstände neben der Fahrbahn, insbesondere auf Landstraßen, weiter im Fokus stehen und Maßnahmen erarbeitet werden, die die Verkehrssicherheit verbessern und den Umweltschutz mit berücksichtigen. Dabei sollen sowohl die konstruktive Seite betrachtet als auch Lösungen für den Bestand erarbeitet werden, die in Handlungsempfehlungen für die Straßenbauverwaltung oder in Regelwerken zusammengefasst werden. Berücksichtigung soll dabei die DIN EN 12767 finden. Hierzu müssen noch nationale Umsetzungsregeln erarbeitet und abgestimmt werden. Zum anderen sollen

Fahrzeuge untersucht werden, die beim Anprall an Schutzeinrichtungen bislang wenig Berücksichtigung gefunden haben. Dazu gehören Reisebusse, Wohnmobile, SUV, Lkw mit Anhänger, Motorräder etc. Bei den Untersuchungen soll verstärkt die Methodik der Computersimulation mit einbezogen werden. Im nächsten Schritt sollen Einbausituationen von Fahrzeugrückhaltesystemen betrachtet werden, die durch die Eignungsprüfungen nach DIN EN 1317 nicht abgedeckt werden und für die ebenfalls sichere und wirtschaftliche Lösungen benötigt werden. Hierbei ist auch ein besonderes Augenmerk auf die Kompatibilität mit den europäischen Vorgaben zum freien Warenverkehr für Bauprodukte zu legen. Die Ergebnisse dienen den Straßenbauverwaltungen der Länder bzw. dem BMVI für die Festlegung von nationalen Regelungen.

Die Forschungsaktivitäten im Bereich der aktiven Sicherheit von Markierungen gliedern sich in drei Schwerpunkte. Bei den grundlegenden Fragestellungen soll untersucht werden, inwieweit Markierungen den ihnen zugedachten Zweck als Verkehrszeichen erfüllen. Dies soll im Hinblick auf die verschiedenen Gruppen von Verkehrsteilnehmern betrachtet werden, einen Schwerpunkt sollen dabei ältere Verkehrsteilnehmer bilden. Weitere grundlegende Forschungsarbeiten sollen zur Bewertung von Markierungen im Hinblick auf die Sicherheit motorisierter Zweiradfahrer und zu Markierungen in Arbeitsstellen durchgeführt werden.

Einen zweiten Schwerpunkt bildet die Qualitätssicherung von Markierungen. In diesem Bereich sollen zum einen benötigte neue Mess- und Analyseverfahren für Markierungen und ihre Inhaltsstoffe entwickelt werden. Zum anderen sollen existierende Prüfverfahren weiterentwickelt werden, so dass sowohl bei der Eignungsprüfung als auch bei der Bewertung der Markierungs-Infrastruktur in der Praxis effizientere Methoden zur Verfügung stehen.

Der dritte Schwerpunkt bezieht sich auf Fragen zur praktischen Umsetzung von Regelwerken, die Bezug auf Markierungen nehmen. Dabei kann es sich um Regelwerke handeln, die dem Bereich Markierungen zuzuordnen sind, aber auch um Regelwerke aus anderen Bereichen, wie etwa dem Straßenentwurf. Die sich daraus ergebenden technisch-wissenschaftlichen Fragestellungen sollen im Rahmen der Forschungslinie untersucht werden.

Die Ergebnisse aller Forschungsaktivitäten sollen so aufbereitet werden, dass daraus Vorschläge für Regelwerke oder für Handlungsempfehlungen erstellt werden können. Insbesondere bei Fragen zur Qualitätssicherung von Markierungen und bei der Erstellung von Regelungen müssen außerdem die Vorgaben der europäischen Normung und der EU-Bauproduktenverordnung mit einbezogen werden.

### **Sicherheit in Straßentunneln**

Sicherheitseinrichtungen in Straßentunneln sollen sowohl einen reibungslosen Ablauf des Verkehrs im Regelbetrieb als auch im Störfall die Selbstrettung des Tunnelnutzers unterstützen. Ziel des Themenbereiches ist die deutliche Reduzierung von Verkehrsbeeinträchtigungen sowie die weitere Erhöhung der Sicherheit in Straßentunneln. Hierzu sind sowohl verbesserte Detektionstechnologien, Kommunikationsmöglichkeiten, innovative Entwicklungen als auch die Weiterentwicklung bestehender Sicherheitstechnologien im Hinblick auf ihre Wirksamkeit zu untersuchen. Hierbei werden z.B. auch Pilotsysteme, die im Rahmen kürzlich abgeschlossener Forschungsvorhaben an verschiedenen Straßentunneln installiert wurden, weiter fachtechnisch begleitet und die Erfahrungen ausgewertet. Die Ergebnisse sollen zu einer weiteren Verbesserung der Selbstrettungsmöglichkeiten und zu kürzeren Reaktionszeiten des Tunnelnutzers insbesondere im Brandfall durch schnellere Erkennung eines Ereignisses, durch verbesserte Information des und Kommunikation mit dem Tunnelnutzer führen. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in der Fortschreibung des Regelwerks umgesetzt werden.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Sicherheitsmanagement</b>					
	Pilotbetrieb MaKaU (Ext.)	Regelbetrieb MaKaU			Wirkungsanalyse umgesetzter Maßnahmen (Ext.)
	Europ. Prototyp für ein innovatives Werkzeug zur effizienten Durchführung eines Bestandsaudits (Ext.)		Prototyp an nationale Anforderungen angepasst (Ext.)	Pilotanwendung nat. Prototyp (Ext.)	Bereitstellung eines innovativen Werkzeugs zur effizienten Durchführung eines Bestandsaudits
		Erarbeitung HVS-Entwurf (Ext.)	Einführung HVS		
	Richtlinien für das Sicherheitsaudit (RSAS) (Eig./Ext.)				
			Pilotanwendungen Bestandsaudits		
<b>Landstraßensicherheit</b>					
	Erarbeitung MEKBest (Ext.)	Erarbeitung und pilothafte Einführung MEKBest (Ext.)	Einführung des MEKBest  Erarbeitung Grundlagen Netzgestaltung für Radverkehr	Evaluation der Erfahrungen der Länder (Ext.)  Erarbeitung Grundlagen Netzgestaltung für Radverkehr	Bestimmung des Anpassungsbedarfes und ggf. Aktualisierung (Ext.)
	Evaluation der RAL-Anwendung und Erfahrungen (Ext.)	Evaluation der RAL-Anwendung und Erfahrungen (Ext.)	Evaluation der RAL-Anwendung und Erfahrungen (Eig./Ext.)	Bestimmung des Anpassungsbedarfes und ggf. Aktualisierung (Ext.)	Bestimmung des Anpassungsbedarfes und ggf. Aktualisierung (Eig./Ext.)
<b>Passive und aktive Sicherheit der Straßeninfrastruktur</b>					
	Anprallversuche und Simulationen mit neuen Fahrzeugen an Fahrzeug-Rückhaltesystemen (Ext./Dritt)	Untersuchung verschiedener Einbausituationen von Fahrzeug-Rückhaltesystemen (Eig/Ext)	Überprüfung der Umsetzbarkeit der Ergebnisse in Praxis und Normung (Eig)	Vergrößerung des Untersuchungsrahmens /Lückenschluss durch Simulationen und Versuche (Eig/Ext)	Erarbeitung Handlungsempfehlungen, Regelwerkstexten für verschiedene Einbausituationen und im Hinblick auf neue Fahrzeuge (Eig)
	Evaluation Umsetzungsstand EN 12767 (Eig.)	Versuche an Gegenständen der Straßenausstattung nach EN 12767 (Ext.)	Ableitung von ersten Einsatzempfehlungen, Regelwerkstexten (Eig./Ext.)	Pilothafte Umsetzung der Regelungen (Eig. /Ext.)	Einführung von Regelungen zur passiven Sicherheit nach EN 12767 (Eig.)
	Entwicklung von neuen Mess- und Analyseverfahren für Markierungen (Eig / Ext.)	Weiterentwicklung vorhandener Messverfahren für Markierungen (Eig./Ext.)	Überprüfung der Praxistauglichkeit in Pilotstudien (Eig./Ext.)	Optimierung der Mess- und Analyseverfahren (Eig./Ext.)	Einführung der Messverfahren zur Qualitätssicherung und Anwendung in der Praxis (Eig./Ext.)
<b>Sicherheit in Straßentunneln</b>					
	Mittelfristig angelegte, aufeinander aufbauende Fragestellungen in FL 1.01 und 1.02				

## Ziele und angestrebte Umsetzung

Das Ziel der Forschungslinie ist die kontinuierliche Verbesserung der Verkehrssicherheit durch die Bereitstellung einer sicheren Straßeninfrastruktur. Die in der Forschungslinie dargestellten und geplanten Vorschläge adressieren das gesamte Spektrum möglicher Ansatzpunkte hinsichtlich der Gestaltung der Straßeninfrastruktur und sind sowohl proaktiv als auch reaktiv ausgerichtet. Bei konsequenter Umsetzung trägt die Forschungslinie zur Weiterentwicklung eines sicheren und leistungsfähigem Systems Straße bei.

## 1.16 Verbesserung der Fahrzeugsicherheit

### Kurzbeschreibung

Für die Aufrechterhaltung und Steigerung der Verkehrssicherheit kommt fahrzeugseitigen Maßnahmen nach wie vor große Bedeutung zu. Hierunter fallen sowohl die aktive Fahrzeugsicherheit mit der Bewertung präventiver Maßnahmen (Fahrdynamik, Notbremsen/-lenken, Fahrer informierende und warnende Funktionen, Sicht und Sichtbarkeit (Licht) sowie periodisch technischer Überwachung) als auch die passive Fahrzeugsicherheit mit der Bewertung der Fahrzeugstruktur, der Rückhaltesysteme und der persönlichen Schutzausrüstung. Voraussetzung für die Bewertung von Fahrzeugsicherheit bzw. deren Nutzens ist eine genaue Kenntnis des Unfallgeschehens. Nur so lassen sich möglichst effiziente Maßnahmen identifizieren. Um bestimmte Sicherheitssysteme zu fördern, durch den Gesetzgeber vorzuschreiben oder durch Verbraucherschutzorganisationen vergleichend bewerten zu können, bedarf es zum einen objektiver Anforderungen an die Eigenschaften der Systeme. Zum anderen sind Bewertungsmethoden, Testverfahren und Testwerkzeuge zu entwickeln, um diese Anforderungen auch abprüfen zu können.

Ziel ist die Vermeidung von Unfällen, Reduzierung der Unfallschwere und Minderung der Unfallfolgen durch Einführung und Verbreitung von wirkungsvollen Fahrzeugsicherheitssystemen in der Fahrzeugflotte.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

EU: EU-Forschungsprogramm Horizon 2020  
BMVI: Verkehrssicherheitsprogramm, Euro NCAP  
UNECE: Arbeitsgruppen der WP.29 (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations)

### Beteiligte Referate

F1 – Aktive Fahrzeugsicherheit und Fahrerassistenzsysteme (Federführung)  
F2 – Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik  
F4 – Automatisiertes Fahren  
F5 – Vernetzte Mobilität  
U2 – Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie

### Konzept

Die Forschungslinie umfasst Aspekte aus folgenden Arbeitsgebieten:

- Fahrzeugsicherheitssysteme zur Unfallvermeidung (F1)
- Fahrzeugsicherheitssysteme zur Unfallfolgenminderung (F2)
- Weiterentwicklung der periodisch technischen Überwachung (F1)
- Analyse von Unfalldaten zur Bewertung von Sicherheitspotenzialen (F2, U2)
- Kontinuierliches Monitoring der Marktdurchdringung von Systemen (U2)
- Interaktion zwischen Fahrer und Fahrzeug, einschließlich informierender und warnender Fahrerassistenzsysteme (F5)

Nur im Zusammenspiel von aktiver und passiver Sicherheit werden sich in Zukunft weitere durch fahrzeugtechnische Maßnahmen erzeugte Sicherheitsgewinne, die sich im Unfallgeschehen bemerkbar machen, erschließen lassen.

Schwerpunkt im Bereich der **Unfallvermeidung** wird die Weiterentwicklung von Notbremssystemen sein. Neben Systemen zum Schutz von Fußgängern werden auch solche zum Schutz von Fahrradfahrern eine Rolle spielen. Existierende Testverfahren für Notbremssysteme werden komplexer und damit realitätsnäher werden. Gleichzeitig werden auch Situationen mit Querverkehr, Gegenverkehr oder Ausweichen einbezogen werden. Darüber wird betrachtet werden, welche Potenziale andere Assistenzsysteme, wie z. B. Rückfahr- oder Abbiegeassistenten, liefern. Je nach Assistenzsystem sind nicht nur Pkw, sondern auch Nutzfahrzeuge oder Motorräder betroffen.

Die Arbeiten zur **Unfallfolgenminderung** werden vor allem die Weiterentwicklung von Testverfahren zur Bewertung passiver Fahrzeugsicherheitssysteme umfassen. Um die Unfälle realistisch und zeitgemäß abzubilden, werden die aus vertiefenden Unfalldaten hergeleiteten Anprallkonfigurationen

regelmäßig überarbeitet und erweitert. Neu- oder weiterentwickelte Dummies mit einer verbesserten Biofidelität tragen dann zu einer realistischeren Darstellung von Kinematik und Verletzungsrisiken bei. Dies wird unterstützt durch Anwendung numerischer Simulationsmethoden insbesondere mit detaillierten Menschmodellen. Diese können im Gegensatz zu Dummies altersabhängige biomechanische Eigenschaften abbilden, was vor dem Hintergrund des demographischen Wandels weiter an Bedeutung gewinnen wird. In diesem Zusammenhang ist auch die Mitarbeit an der Standardisierung von Menschmodellen notwendig und zwar als Voraussetzung für einen möglichen Einsatz der Modelle in virtuellen Testverfahren für Verbraucherschutz und Gesetzgebung.

Genauso wie für das erstmalige Inverkehrbringen von Fahrzeugen bzw. Fahrzeugtypen Anforderungen an die Sicherheit und die Umweltfreundlichkeit gestellt werden, die im Rahmen des Typgenehmigungsverfahrens geprüft werden, gibt es ergänzend dazu Vorschriften, die während des Betriebes der Fahrzeuge (in Kundenhand) zu erfüllen sind. Hierbei ist es das Ziel, die gewollten technischen Eigenschaften für die gesamte Lebensdauer eines Fahrzeugs aufrecht zu erhalten. Die Vorschriften hierzu müssen der fortschreitenden technischen Entwicklung und den Forderungen, die an Neufahrzeuge gestellt werden (z. B. dem wachsenden Anteil verpflichtend einzubauender elektronischer Sicherheitssysteme oder Schadstoffminderungssysteme) Rechnung tragen. Insofern sind weiterentwickelte Prüfverfahren für die **periodisch technische Überwachung** zu erstellen, zu bewerten und zu validieren.

Die Identifizierung möglicher Wirkungen von aktiver und passiver Fahrzeugsicherheit auf das Unfallgeschehen ist ein wichtiger Baustein für quantitative Potenzialabschätzungen neuer fahrzeugtechnischer Anforderungen, um die richtigen und notwendigen Schwerpunkte setzen zu können. Hierfür werden in der Regel **Unfalldaten** aus den verfügbaren Datenbanken wie GIDAS, DESTATIS oder CARE benötigt und verwendet. Davon profitieren unter anderem die Weiterentwicklung von Bewertungsverfahren (ex-ante sowie ex-post) für fahrzeugseitige Sicherheitssysteme. Wichtig für Effektivitätsberechnungen ist darüber hinaus die Erhebung und damit Kenntnis der **Marktdurchdringungsquoten** von Sicherheitssystemen.

Gerade bei Sicherheitssystemen, die den Fahrer durch Information und Warnung einbeziehen, ist die Beachtung der **Mensch-Maschine-Interaktion (MMI)** wesentlich. Es gilt zu betrachten, welche Auswirkungen verschiedene Assistenzsysteme auf Fahrerverhalten und Fahrerzustand haben und wie diese damit die Straßenverkehrssicherheit beeinflussen. Aus der Kenntnis dieser Einflüsse können Empfehlungen abgeleitet werden, welche Konsequenzen für die Gestaltung der Assistenzsysteme und ihrer Schnittstelle zum Fahrer zu ziehen sind. Aufgrund der fortschreitenden Entwicklung von Assistenzfunktionen und -technologien besteht zudem Bedarf für die Weiterentwicklung und Standardisierung des ergonomischen Methodeninstrumentariums, mit dessen Hilfe MMI-Aspekte untersucht und bewertet werden können.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Unfallvermeidung	Einführung Bewertung von Systemen zur Unterstützung der Spurführung und von Notbremssystemen zum Fußgängerschutz		Robustere Testverfahren für Notbremssysteme  Neue Testverfahren für weitere Sicherheitssysteme entwickelt  Einf. Bewertung Notbremssysteme zum Schutz von Fahrradfahrern		
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig X Ext Dritt X	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Unfallfolgenminderung	Bewertung der passiven Sicherheit von 6- und 10-jährigen Fahrzeuginsassen (Einführung in Euro NCAP)  Frontalaufprall mit voller Überdeckung (UN-R 13X)	Bewertung der passiven Sicherheit der stoßabgewandten Fahrzeuginsassen (Protokoll)	Frontalaufprall mit mobiler Barriere (Protokoll)  Bewertung der passiven Sicherheit der stoßabgewandten Fahrzeuginsassen (Einführung in Euro NCAP)		Frontalaufprall mit mobiler Barriere (Einführung in Euro NCAP)  Verbesserter Schutz älterer Fahrzeuginsassen im Frontalaufprall mit voller Überdeckung nach UN-R 13X
	Eig X Ext Dritt X	Eig X Ext Dritt X	Eig X Ext Dritt X	Eig Ext Dritt	Eig X Ext Dritt X
Technische Überwachung	Festlegung des Datensatzes und des dazugehörigen Formates für den Austausch der technischen Information	Umsetzung der 2014/45/EU in nationales Recht	Einführungsszenario zur Anwendung des HU-Adapters für alle Fz-Klassen		Umsetzung der Anforderungen zur Qualität der Überwachung (bis 2023)
	Eig X Ext Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig X Ext Dritt
Marktdurchdringung	Marktdurchdringungsquoten für Unfallverhütungsbericht		Marktdurchdringungsquoten für Unfallverhütungsbericht		
	Eig X Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Mensch-Maschine-Interaktion		Erkenntnisse zur Kategorisierung von Sicherheitssystemen.			
	Eig Ext Dritt	Eig X Ext Dritt X	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt

1 Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## Ziele und angestrebte Umsetzung

Hauptziel der Forschungslinie ist die Vermeidung von Unfällen, Reduzierung der Unfallschwere und Minderung der Unfallfolgen durch Einführung und Verbreitung von wirkungsvollen Fahrzeugsicherheitssystemen in der Fahrzeugflotte sowie die Gewährleistung deren sicheres Funktionieren im Betrieb über die gesamte Fahrzeuglebensdauer.

Neben grundsätzlichen Erkenntnissen zur Verbesserung der Fahrzeugsicherheit betrifft die Umsetzung der Ergebnisse der Projekte der Forschungslinie erstens die Fahrzeug- und Zulieferindustrie in Bezug auf die Entwicklung neuartiger Sicherheitssysteme und die Ausstattung von Fahrzeugen mit ebendiesen, zweitens Verbraucherschutzorganisationen, insbesondere Euro NCAP, in Form von neuen anspruchsvolleren Kriterien für die Bewertung von Neufahrzeugen und drittens den Gesetzgeber, falls der Einbau neuer Sicherheitssysteme rechtlich ermöglicht werden muss oder verpflichtend werden soll. Letzteres erfolgt in der Regel durch Änderung internationaler kraftfahrzeugtechnischer Vorschriften auf EU- oder UNECE-Ebene unter maßgeblicher Beteiligung des BMVI.

## 1.17 Gesellschaftlicher Wandel und Verhalten im Verkehr

### Kurzbeschreibung

Eine nachhaltige und sichere Mobilität erfordert Maßnahmen, die gesellschaftliche Veränderungen berücksichtigen und vorausschauend auf diese reagieren. Als Herausforderung für die Verkehrssicherheit erweist sich im Zuge des demografischen Wandels weniger der langfristige Bevölkerungsrückgang als vielmehr die Änderung in der Bevölkerungsstruktur. So werden im Jahr 2030 in Deutschland etwa 14 % weniger Kinder und Jugendliche (Personen jünger als 20 Jahre) leben als heute. Im Gegensatz hierzu wird sich der Anteil der Senioren (Personen über 65 Jahre) an der Gesamtbevölkerung um rund 30% erhöhen. Darüber hinaus wird sich der Anteil von Flüchtlingen und Migranten in den kommenden Jahren deutlich erhöhen. Nach groben Schätzungen wird mit einer Zuwanderung von mehr als 1 Million Flüchtlingen in 2015/16 gerechnet.

Für eine sichere Mobilität in einer alternden und sich strukturell ändernden Gesellschaft müssen evidenzbasierte Maßnahmen (z.B. Beratung und Training, Aufklärung) entwickelt werden. Auch der Einfluss technologischer Entwicklungen, z.B. im Bereich der elektronischen Medien und Kommunikation sowie der Fahrzeuge (E-Bikes, alternative Antriebe etc.), auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer ist zu untersuchen. Wegen der im Alter zunehmenden Bedeutung des Fußgängerverkehrs besitzt eine barrierefreie Verkehrsraumgestaltung im Allgemeinen und insbesondere bei sensorischen oder körperlichen Einschränkungen eine hohe Relevanz für eine gesellschaftlich erwünschte, selbstständige Mobilität, die bis ins hohe Lebensalter ausgeübt werden kann. Der Einfluss von Krankheiten und Medikamenteneinnahme wird bei der großen Zahl mobiler Senioren an Bedeutung gewinnen. Aufgrund der Wohnsituation und der häufigen Praxis der Eltern, ihre Kinder mit dem Pkw zu den jeweiligen Zielorten zu bringen, haben Kinder immer weniger die Möglichkeit, eigenständig mobil zu sein und notwendige Fähigkeiten für eine sichere Mobilität als Fußgänger und Radfahrer zu entwickeln. Fahranfänger werden mit einem sehr komplexen Verkehrsumfeld und einer großen Zahl an technischen Systemen im Fahrzeug konfrontiert werden, auf die sie adäquat vorbereitet werden müssen. Eine wachsende Zahl von Migranten und Flüchtlingen muss den Umgang mit den in Deutschland geltenden Regelungen und dem hier erforderlichen Verkehrsverhalten erlernen. Schließlich sind Mobilitätsverhalten und Verkehrssicherheit vor dem Hintergrund siedlungsstruktureller Veränderungen (z.B. zunehmende Landflucht, veränderte Versorgungsstrukturen in ländlichen Gebieten, neue Mobilitätsangebote und -formen) zu untersuchen.

Die Forschungslinie stellt eine Fortführung der bisherigen Aktivitäten der BAST zum Thema „Demografischer Wandel“ dar, erweitert um die Perspektive gesellschaftlicher, technologischer und siedlungsstruktureller Veränderungen und Einflussfaktoren.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

**EU:** Leitlinien für die Politik der Straßenverkehrssicherheit 2011-2020  
**BMVI:** Verkehrssicherheitsprogramm

### Beteiligte Referate

U3 – Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik (Federführung)  
U1 - Fahreignung, Fahrausbildung, Kraftfahrerrehabilitation  
U2 - Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie  
V1 – Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung.

### Konzept

Die Forschungslinie wird in zwei thematischen Bereichen bearbeitet:

- Cluster Verhalten (FF U3)
- Cluster Infrastruktur (FF V1)

## Verhalten

Mit Blick auf eine Wissenserweiterung in diesem Bereich gilt es, für die Gruppe der älteren Verkehrsteilnehmer, der Kinder und Jugendlichen sowie der Migranten und Flüchtlinge Kenntnisse über

- die Ist-Situation (z.B. Statusanalysen zu Unfällen, Unfallfolgen und Mobilitätsverhalten),
- den Einfluss personenbezogener und infrastruktureller Aspekte auf das Mobilitätsverhalten und
- die Wirkung von Maßnahmen auf der Grundlage von Evaluationsstudien zu generieren.

Darüber hinaus besteht weiterhin Forschungsbedarf zur Klärung der Frage, welche Leistungseinbußen in welcher Ausprägung verkehrssicherheitsrelevant sind und inwieweit eine Kompensation dieser Defizite möglich ist. Hier sind u.a. längsschnittliche Forschungsansätze vielversprechend. In forschungsmethodischer Hinsicht sollten unterschiedliche Verfahren zur Feststellung verkehrssicherheitsrelevanter Defizite und zur Fahrsicherheit älterer Verkehrsteilnehmer (insbesondere Fahrverhaltensbeobachtungen, Simulatorstudien) eingesetzt und dahingehend geprüft werden, welche Leistungsaspekte mit welcher Methode unter forschungswirtschaftlichen Gesichtspunkten reliabel und valide zu erfassen sind. Dabei ist die Relevanz der Ergebnisse für die Verkehrssicherheit stets kritisch zu würdigen.

Die Umsetzung bereits vorliegender Erkenntnisse über die o.g. Verkehrsteilnehmergruppen auf die Maßnahmenebene ist ein weiterer Schwerpunkt dieser Forschungslinie. Dies gilt z. B. für die Erhöhung der Kompetenz der Ärzte bei der Beratung ihrer kranken und alten Patienten, aber auch für die gezielte Ansprache besonders gefährdeter Verkehrsteilnehmergruppen (z. B. Pkw-Fahrer mit geringer Fahrleistung oder bereits auffällig gewordene Fahrer). Auch die Förderung der Selbstregulationskompetenz Älterer erfordert neben der zielgruppengerechten Ansprache die Verfügbarkeit relevanter Informationen, z. B. zum Gefährdungspotenzial von Medikamenten oder zur Erkennung von Defiziten bei der Seheleistung. Hierbei sollen kommunikative Maßnahmen (Kampagnen, Aufklärung, Beratung) entwickelt und evaluiert werden. Wo erforderlich, sollen für die o.g. Zielgruppen auch Evidenz basierte gesetzliche Regelungen sowie Maßnahmen der Überwachung, Sanktionierung, Rehabilitation vorgeschlagen bzw. angepasst und implementiert werden.

## Infrastruktur

Der barrierefreien Gestaltung von Mobilitätsräumen und -mitteln wird eine hohe Bedeutung beigemessen. Für eine selbstbestimmte und gleichberechtigte Teilhabe am gesellschaftlichen Leben ist Barrierefreiheit eine elementare Voraussetzung. Barrierefreiheit muss deshalb ein wichtiges Kriterium bei allen Neu- und Umbauten von Verkehrsanlagen sein. Mit dem 2002 in Kraft getretenen Behindertengleichstellungsgesetz wurde die Grundlage für eine allgemeine und umfassende barrierefreie Umweltgestaltung geschaffen. Darüber hinaus ist die UN-Behindertenrechtskonvention in Deutschland seit 2009 in Kraft. Die sichere und barrierefreie Überquerung von Straßen ist zentraler Baustein für eine gesellschaftlich erwünschte, selbstständige Mobilität, die bis ins hohe Lebensalter ausgeübt werden kann. Es bestehen verschiedene Gestaltungslösungen für Querungsanlagen, welche weitergehend untersucht werden sollen. Es sollen wissenschaftlich begründete Gestaltungshinweise sowie Maßnahmenempfehlungen für eine sicherheitsmäßig optimierte Planung von Querungsstellen bereitgestellt und für die Überarbeitung technischen Regelwerke genutzt werden.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Verhalten	Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer	Entwicklung von Verkehrssicherheitsmaßnahmen für Asylsuchende  Seniorinnen und Senioren: Bedarfsanalysen im Kontext von Lebenslagen, Lebensstilen und verkehrssicherheitsrelevante Erwartungen  Entwicklung und	Evaluation eines Zielgruppenprogramms für Senioren – Phase II		

		<p>Evaluation effizienter Trainingsmaßnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer zur Förderung ihrer Fahrkompetenz</p> <p>Evaluation eines Zielgruppenprogramms für Senioren – Phase I</p> <p>Entwicklung und Prüfung eines Selbsttests zur Erfassung der subjektiven Wahrnehmung und Bewertung verkehrssicherheitsrelevanter Leistungsmerkmale und Verhaltensweisen älterer Autofahrer und -fahrerinnen</p>			
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig X Ext X Dritt	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Infrastruktur		<p>Weitere Grundlagen für barrierefreie Querungsstellen</p> <p>Grundlagen für funktionale und gestalterische visuelle Kontraste im öffentlichen Raum</p>	<p>Untersuchung der Gestaltung und Gestaltungslösungen von Querungsstellen</p> <p>Untersuchung von positiven und praxisgerechten Beispielen für Kontrastlösungen</p>	Empfehlungen/Standardlösungen/Positivbeispiele	
	Ext X	Ext X	Ext X	Ext X	

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

### Ziele und angestrebte Umsetzung

- Forschungsseitiger Erkenntnisfortschritt in Richtung Verbesserung der Verkehrssicherheit der angesprochenen Verkehrsteilnehmergruppen
- Entwicklung und Evaluation von Trainingsmaßnahmen
- Entwicklung und Evaluation von kommunikativen Maßnahmen
- Entwicklung und Evaluation von infrastrukturellen Maßnahmen,
- Verbesserung der Beratungskompetenz von Ärzten, Verkehrssicherheitsberatern, Umsetzerverbänden etc.
- Fortschreibung und Weiterentwicklung der rechtlichen Regelungen
- Ableitung von Empfehlungen und Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der technischen Regelwerke und deren Anwendung.

## 1.18 Maßnahmen zur Verhaltensbeeinflussung von Verkehrsteilnehmern

### Kurzbeschreibung

Fehlerhaftes oder verkehrsunsicheres Verhalten, z.B. Fahren unter Alkoholeinfluss, nichtangepasste Geschwindigkeit, Ablenkung, aber auch mangelnde Fahrerfahrung und Fahrfertigkeiten sind relevante Unfallursachen. Ziel der Forschungslinie ist daher, wissenschaftliche Grundlagen für die Entwicklung von Maßnahmen zur Förderung verkehrssicheren Verhaltens von motorisierten (Pkw-Nutzer, Motorradfahrer) und nicht-motorisierten (Radfahrer, Fußgänger) Verkehrsteilnehmern zu schaffen. Die Forschungslinie ist als „Entwicklungslinie“ zu sehen. Sie soll daher alle Analyseschritte der Maßnahmenumsetzung umfassen von der Erfassung und Bewertung des Verhaltens, seiner Ursachen und Rahmenbedingungen bis hin zur Konzeption von Maßnahmen und deren Evaluation. Dabei ist zu klären, welche Maßnahmen für welche Zielgruppe geeignet und effizient sind. Neben verkehrspädagogischen Maßnahmen, Fahrausbildung und -training sind verschiedene andere Ansätze der Verhaltensbeeinflussung zu nennen, wie Sicherheitskommunikation (z.B. Kampagnen) und Maßnahmen zur Förderung der Regelbefolgung (z.B. Überwachung) und Fahreignung (z.B. psychologische Interventionen). In diesem verhaltensbezogenen Kontext sind auch fahrzeugtechnische (vgl. FoLi 1.16) und infrastrukturelle Maßnahmen zu berücksichtigen.

### Zuordnung zu übergeordneten Programmen

**EU:** Leitlinien für die Politik der Straßenverkehrssicherheit 2011-2020  
**BMVI:** Verkehrssicherheitsprogramm 2011, Nationaler Radverkehrsplan 2020, Forschungsprogramm Stadtverkehr, Forschungsprogramm Straßenwesen

### Beteiligte Referate

U3 – Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik (Federführung)  
F4 – Automatisiertes Fahren  
F5 – Vernetzte Mobilität  
U1 – Fahreignung, Fahrausbildung, Kraftfahrerrehabilitation  
U2 – Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie  
V1 – Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung

### Konzept

Die Forschungslinie wird aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen getrennt in vier Clustern nach Verkehrsteilnehmergruppen bearbeitet:

- Fußgänger (FF: U3)
- Radfahrer (FF: V1)
- Motorradfahrer (FF: U3)
- Pkw-Fahrer sowie Lkw- und Bus-Fahrer (FF: U1)

Obwohl die drei erst genannten Verkehrsteilnehmergruppen gemeinsam der Gruppe ungeschützter Verkehrsteilnehmer zugeordnet werden, unterscheiden sie sich hinsichtlich den spezifischen Anforderungen an eine sichere Verkehrsteilnahme und der potentiell zur Verfügung stehenden Interventionsmöglichkeiten so sehr voneinander, dass eine getrennte Betrachtung dieser Verkehrsteilnehmer geboten ist. Gleiches gilt für Fahrer von Pkw, Lkw und Bussen.

Für die **Fußgänger** besteht Forschungsbedarf vor allem im Hinblick auf fehlerhaftes oder verkehrsunsicheres Verhalten, da diese Art der Verkehrsteilnahme allen Menschen zur Verfügung steht, ohne dass sie besondere Anforderungen erfüllen müssen. Maßnahmen, die zur Veränderung des Verhaltens dieser Verkehrsteilnehmergruppe beitragen, müssen sich hauptsächlich auf verkehrspädagogische Bereiche, Überwachung und Sicherheitskommunikation, aber auch auf die Straßenverkehrsinfrastruktur konzentrieren. Sowohl die Entwicklung neuer kommunikativer oder pädagogischer Ansätze als auch die Evaluation von Maßnahmen spielen im Zusammenhang mit der Verhaltensbeeinflussung von Fußgängern eine wichtige Rolle. Von sicherheitsorientiertem Verhalten anderer Verkehrsteilnehmergruppen profitieren Fußgänger zudem in besonderem Maße.

Im Gegensatz zu Fußgängern sind **Radfahrer** zwar mit einem Fahrzeug am Straßenverkehr beteiligt, nutzen aber überwiegend andere Verkehrsflächen und kommen öfter in Interaktionen mit dem

anderen Fahrverkehr. Radfahrer unterliegen damit anderen Anforderungen und benötigen andere Kompetenzen für eine sichere Verkehrsteilnahme. Forschung im Bereich des Radverkehrs sollte sich dementsprechend darauf ausrichten, vertieft zu ermitteln, welche Kompetenzen notwendig sind, um sicher Rad zu fahren, welche Verhaltensweisen die Sicherheit beeinträchtigen und mit welchen Maßnahmen im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur und der Kommunikation sowie deren Evaluation Defiziten begegnet werden kann. Die Wirkung einzelner Maßnahmen muss dabei in Interaktion mit anderen relevanten Faktoren wie z.B. der Nutzungsart und -zwecke sowie der Gestaltungsmerkmale des Straßenraums bewertet werden. Da für das Fahrradfahren keine Fahrerlaubnis benötigt wird, müssen Regeln, Kompetenzen und andere Aspekte der Verkehrssicherheit Radfahrern auf anderen Wegen als in der Fahrausbildung vermittelt werden.

Unfälle mit Beteiligung von **Motorradfahrern** ziehen häufig aufgrund der hohen Geschwindigkeit schwerwiegende Konsequenzen nach sich. Das sichere Steuern eines Motorrads erfordert spezifische körperliche und kognitive Kompetenzen, die ausreichend trainiert werden müssen. Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit von Motorradfahrern finden sich sowohl beim Faktor Mensch (z.B. durch Trainingsmaßnahmen oder Veränderungen der Fahrausbildung), als auch beim Fahrzeug (z.B. durch Entwicklung von Assistenzsystemen (vgl. FoLi 1.09)) und der Straße (z.B. durch Veränderungen der Infrastruktur). Neben der Entwicklung neuer Maßnahmenansätze ist es wichtig, die Vielzahl der bestehenden Maßnahmen auf ihren Nutzen hin zu untersuchen, um daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten, da gerade für Maßnahmen, die sich an Motorradfahrer richten, kaum Evaluationsstudien vorliegen.

Hinsichtlich des Verhaltens von **Pkw-Fahrern** sowie Lkw- und Bus-Fahrern sind kommunikative, edukative und psychologische Maßnahmen zur Verhaltensbeeinflussung auf Basis aktueller Entwicklungen und Erkenntnisse neu zu konzipieren und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu überprüfen. Ebenso sind bereits implementierte Maßnahmen weiterhin wissenschaftlich zu begleiten und zu optimieren. Das betrifft u.a. die Fahranfängervorbereitung (z.B. Optimierungsbemühungen zur Fahrausbildung und -prüfung), die Verkehrssicherheitskommunikation (z.B. Evaluation von Kampagnen und Zielgruppenprogrammen) und Maßnahmen zur Wiederherstellung der Fahreignung (z.B. §70-Kurse). Für den Erwerb und den Besitz der Fahrerlaubnis sind bestimmte charakterliche und medizinische Anforderungen festgelegt, die kontinuierlich dem aktuellen wissenschaftlichen Stand der Forschung angepasst werden müssen. Auch durch Veränderungen am Fahrzeug oder den Einsatz von Assistenzsystemen sowie durch Anpassungen der Straßenverkehrsinfrastruktur können Verhaltensänderungen bei diesen Fahrergruppen erzeugt werden und werden entsprechend wissenschaftlich begleitet.

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Fußgänger	Phase I Evaluation der Zielgruppenprogramme „Kind und Verkehr“ und „Kinder im Straßenverkehr“	Grundlagen: Sicherheits-relevantes Verhalten; Empfehlungen für Infrastrukturregelwerke	Phase II Evaluation der Zielgruppenprogramme „Kind und Verkehr“ und „Kinder im Straßenverkehr“		
	Eig <sup>1</sup> Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Radfahrer	Phase I Evaluation der Zielgruppenprogramme „Kind und Verkehr“ und „Kinder im Straßenverkehr“; Grundlagen: Einflussgrößen auf subjektive Sicherheit		Phase II Evaluation der Zielgruppenprogramme „Kind und Verkehr“ und „Kinder im Straßenverkehr“		
	Eig x Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt
Motorradfahrer		Empfehlungen für zielgruppen-gerechte Anspracheformen			
	Eig Ext Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Pkw-, Lkw- und Busfahrer	Phase I Evaluation des Zielgruppenprogramms „Aktion Junge Fahrer“; Phase I und II Evaluation der Fahreignungs-seminare; Projektphase II der Projektgruppe „Hochrisikophase Fahranfänger“		Phase II Evaluation des Zielgruppenprogramms „Aktion Junge Fahrer“	Vorlage des 1. Evaluations-berichts ans BMVI	
	Eig x Ext x Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext x Dritt	Eig Ext Dritt

<sup>1</sup> Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

## Ziele und angestrebte Umsetzung

Das angestrebte Ziel dieser Forschungslinie ist die Beeinflussung des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer nach Verkehrsbeteiligungsart zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. Im Fokus steht daher die Erarbeitung von Wissensgrundlagen für die Entwicklung und Optimierung von Maßnahmen sowie ihre Anpassung an neue gesellschaftliche, technologische und infrastrukturelle Entwicklungen. Hierbei werden internationale Erfahrungen und der wissenschaftliche Erkenntnistand zu Unfallprävention und Maßnahmenwirksamkeit umfassend berücksichtigt. Gleichzeitig werden geeignete Methoden zur Bewertung von Maßnahmen stetig verbessert und den Fragestellungen entsprechend weiterentwickelt. Zugleich gilt es, Entwicklungen, die den erreichten Sicherheitserfolgen abträglich sein können, zu identifizieren und zu begegnen.

## 1.19 Sicherheit von Fußgängern, Radfahrern und physisch schwächeren Verkehrsteilnehmern

### Kurzbeschreibung

Neben physisch schwächeren Verkehrsteilnehmern wie Kindern, Älteren und mobilitätseingeschränkten Personen als Fahrzeuginsassen verdienen äußere Verkehrsteilnehmer, z.B. Fußgänger und Radfahrer, gesonderte Beachtung im Straßenverkehrs- und Unfallgeschehen. Die Sicherheit dieser Zielgruppen wird zukünftig eine weitere Berücksichtigung in den Fachdisziplinen der Fahrzeugtechnik, des Verhaltens im Straßenverkehr und der Verkehrsinfrastruktur finden. Im Hinblick auf einen erwarteten und gewünschten Anstieg im Bereich des nicht motorisierten Verkehrs, die Einführung bzw. Verbreitung neuer Verkehrsmittel, wie Elektrofahrräder und eine allgemein zunehmende Mobilität der Gesellschaft, ist von einer Zunahme von Konflikt- und Unfallsituationen auszugehen. Auch der Absatz von Pedelecs 25 ist in den letzten Jahren rasant gewachsen. So nehmen Radfahrer neben Fußgängern als zweite große Gruppe ungeschützter Verkehrsteilnehmer bereits jetzt einen sehr hohen Stellenwert bei der Anzahl an Getöteten und Schwerverletzten im Unfallgeschehen ein.

Diesem Sachverhalt begegnet der Gesetzgeber derzeit u.a. mit konstruktiven fahrzeugseitigen Maßnahmen, hauptsächlich zum Schutz von Fußgängern in Kollisionen mit Personenkraftwagen. Neben einer Überprüfung und Überarbeitung der Testverfahren, die der sich stetig ändernden Fahrzeugpopulation Rechnung tragen muss, bedarf es zudem einer Anpassung der Verfahren auf Radfahrer. Es ist zu untersuchen, inwieweit auch präventive Sicherheitssysteme am Kraftfahrzeug sowie technische Lösungen für das Fahrrad geeignet sind, das Problem zu adressieren. Ferner müssen Maßnahmen eruiert werden, mit denen auch ein adäquater Schutz von Radfahrern bei Alleinunfällen gewährleistet werden kann. Außerdem bedarf es eines integralen Ansatzes, um die Auswirkungen der aktiven Fahrzeugsicherheit (bei Kfz und Fahrrädern) auf die Sicherheit von schwächeren Verkehrsteilnehmern holistisch bewerten zu können. In diesem Zusammenhang sind ebenfalls Infrastrukturmaßnahmen zu berücksichtigen.

Bei einem Pedelec 25 mit elektromotorischer Tretunterstützung sind sicherheitsrelevante Aspekte in besonderem Maße zu beachten. So erreichen z.B. auch ungeübte Fahrer schnell eine höhere Geschwindigkeit, die dann unter Umständen in Kurven, aufgrund des höheren Fahrzeuggewichts und der veränderten Fahrdynamik gegenüber konventionellen Fahrrädern zu ungewolltem Verhalten führt. Desweiteren kommt es aufgrund des höheren Beschleunigungsvermögens eventuell zu Fehleinschätzungen durch andere Verkehrsteilnehmer. Es gilt mögliche Sicherheitsrisiken, die durch die vermehrte Verbreitung von Pedelecs 25 entstehen, zu analysieren und ggf. Vorschläge für rechtliche und technische Anforderungen zu erstellen.

In 2014 kamen fast 40% der im Straßenverkehr tödlich verunfallten Kinder in der Altersgruppe 0-14 Jahre in einem PKW ums Leben. Mögliche Hintergründe sind, dass die Kinder nicht oder nicht ausreichend von fahrzeugseitigen Sicherheitseinrichtungen profitieren und/ oder Kinderschutzsysteme nicht oder nicht richtig angewendet werden. Es bedarf eines möglichst umfassenden Verständnisses hinsichtlich der Beförderung von Kindern im Fahrzeug und der besonderen Anforderungen an deren Schutz. Hierbei müssen Aspekte der passiven und ggf. aktiven Fahrzeugsicherheit ebenso berücksichtigt werden wie soziologische Aspekte.

Im Zuge des demografischen Wandels wird die Bevölkerung immer älter, einhergehend mit einem gesteigerten Bedürfnis nach Mobilität. In Kombination mit der höheren Verletzlichkeit älterer Verkehrsteilnehmer ist das Risiko, eine schwere Verletzung zu erleiden, höher als bei jüngeren Verkehrsteilnehmern. Fahrerassistenzsysteme können dazu geeignet sein, psychophysiologische Defizite partiell auszugleichen.

Mobilitätseingeschränkte Personen sind oftmals auf die Nutzung von besonderen Fahrdiensten angewiesen, um am alltäglichen Leben teilhaben zu können. Die Beförderung wird im persönlichen, den Bedürfnissen entsprechend entwickelten Rollstuhl durchgeführt. Da ein Rollstuhl – vor allem bei einem Unfall – weit weniger Sicherheit bietet als ein Fahrzeugsitz, bedarf es einer Erhöhung des Schutzpotentials bei dessen Sicherung im Fahrzeug.

In 2015 werden erstmals europaweit auf der Basis einer einheitlichen Definition (serious injuries, MAIS 3+) Daten zur Anzahl „Schwerstverletzter“ erfasst. Die Datenerfassung erfolgt in den Ländern

nach unterschiedlichen methodischen Ansätzen und ist fast immer optimierungsbedürftig. Auch in Deutschland wurden auf Basis von GIDAS und Daten des TraumaRegisters DGU® Methoden zur Hochrechnung der Anzahl „serious injuries“ entwickelt. Die Optimierung und Validierung der entwickelten Hochrechenalgorithmen sowie deren dauerhafte Etablierung zur Erstellung von Zeitreihen steht noch aus. In weiteren Schritten sollen Hochrisikogruppen identifiziert und Zielgruppenspezifische Maßnahmen entwickelt werden. Die Zusammenarbeit zwischen Experten unterschiedlicher Disziplinen und die Analyse bzw. Zusammenschau der verschiedenen zur Verfügung stehenden Daten wird hierbei als zielführend erachtet.

### **Zuordnung zu übergeordneten Programmen**

- EU:** EU-Weißbuch Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum endgültig 2011 (KOM(2011) 144 endgültig), Leitlinien für die Politik der Straßenverkehrssicherheit 2011-2020, 8. EU-Forschungsrahmenprogramm HORIZON 2020
- BMVI:** Verkehrssicherheitsprogramm 2011  
Nationaler Radverkehrsplan, Koalitionsvertrag (Radverkehr), Forschungsprogramm Stadtverkehr, Forschungsprogramm Straßenwesen

### **Beteiligte BAST-Referate**

- F2 - Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik (Federführung)  
F1 – Aktive Fahrzeugsicherheit und Fahrerassistenzsysteme  
U2 - Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie  
U3 - Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik  
V1 - Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung

### **Konzept**

- Analyse des Unfallgeschehens anhand von aml. nationalen und internationalen Unfallstatistiken sowie vertiefenden Unfallanalysen (GIDAS, ggf. weitere Datenbanken) (U2, F2, V1)
- Überarbeitung der Prüfmethode in Verbraucherschutz und Gesetzgebung hinsichtlich eines verbesserten Schutzes von Fußgängern, Radfahrern und physisch schwächeren Verkehrsteilnehmern (F2, F1)
- Prüfverfahren zum fahrzeugseitigen Radfahrerschutz (F2)
- Entwicklung von Verfahren zur integralen Fahrzeugsicherheitsbewertung (F1, F2)
- Fahrradseitige technische Möglichkeiten (F1)
- Schutz von Radfahrern und Nutzern anderer, neuartiger Mobilitätskonzepte (z.B. Pedelecs, Segway) durch persönliche Schutzausrüstung bei Fahrzeugkollisionen und Alleinunfällen (F2)
- Überarbeitung der bestehenden nationalen bzw. Neufassung einer internationalen Prüfnorm für Fahrradhelme bzw. Motorradhelme
- Überarbeitung bestehender und Entwicklung neuer Testverfahren in Gesetzgebung und Verbraucherschutz zur Entwicklung verbesserter und anwendungsfreundlicherer Kinderschutzsysteme und zur Vermeidung von Misuse (F2)
- Überarbeitung der Normen und Anforderungen von Rückhaltesystemen zur Beförderung von Rollstuhlnutzern
- Ableitung von Empfehlungen und Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der technischen Regelwerke und Vorschriften (V1)
- Fortführung der AG „serious injuries 2014“ (alte Forschungslinie 17) (U3, F2)
  - Optimierung und Validierung der auf Basis von GIDAS und Daten des TraumaRegisters DGU® entwickelten Hochrechenalgorithmen zur Bestimmung der Anzahl an „serious injuries“.
  - Etablierung eines dauerhaften Verfahrens zur Bestimmung der Anzahl an „serious injuries“ (Zeitreihenanalysen).
  - Publikation der erzielten Ergebnisse
- Entwicklung von Maßnahmen zur Reduktion der Anzahl „serious injuries“ (U3, F2)
  - Die Ergebnisse der AG „serious injuries 2014“ (F1100.4314003) können als Grundlage zur Entwicklung von Maßnahmen zur Reduktion der Anzahl „serious injuries“ herangezogen werden.

- Die GIDAS-Ergebnisse ermöglichen durch die Identifikation von Hochrisikogruppen insbesondere die Entwicklung von Zielgruppen-spezifischen Maßnahmen (z.B. männliche Motorradfahrer außerorts).
- Weitere Informationen zu den Risikogruppen (Art der Behandlung, Liegedauer im Krankenhaus, Behandlungskosten, Verletzungsmuster etc.) können mit Hilfe des TraumaRegisters DGU® gewonnen werden und die Maßnahmenentwicklung präzisieren.
- „Serious injuries“ in Europa (U3)
  - Im Rahmen von FERSI wurde eine Umfrage zum „State of the art of MAIS 3+ assessment in the FERSI Member States and EU/EEA countries“ durchgeführt. Es liegen die Ergebnisse aus 15 Ländern vor.
  - Eine Fortsetzung dieser Arbeit könnte unterschiedliche Schwerpunkte haben:
    - (1) Publikation der erzielten Ergebnisse
    - (2) Neuauflage des Surveys zur Erfassung weiterer Länder
    - (3) Erarbeitung von „best practice“

## Meilensteine

	2016	2017	2018	2019	2020
Unfallvermeidung				Untersuchung, Entwicklung und Bewertung von technischen Ansätzen zur Erhöhung der Radverkehrssicherheit	
	Eig <sup>1</sup> X Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig X Ext Dritt X	Eig Ext X Dritt	Eig Ext Dritt
Unfallfolgenminderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Test- und Bewertungsverfahren zum passiven Radfahrerschutz</li> <li>- Implementierung von Testverfahren zur Bewertung der Sicherheit auch älterer Kinder in Verbraucherschutztestverfahren</li> <li>- Einführung von Kinderschutzsystemen für ältere Kinder in die ECE R129 (Phase 2)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Test- und Bewertungsverfahren zum verbesserten Schutz älterer Verkehrsteilnehmer als Fußgänger, Radfahrer und Fahrzeuginsassen</li> <li>- Verletzungs- / Schutzkriterien für Brust und Abdomen Q6/Q10</li> <li>- Erweiterung der ECE R129 in bezug auf Kinderschutzsysteme ohne ISOFix Verankerung (Phase 3)</li> <li>- Sichere Mobilität durch verbesserteren passiven Schutz älterer Straßenverkehrsteilnehmer (Abschluss H2020-Projekt SENIORS)</li> </ul>		
	Eig X Ext Dritt x	Eig Ext Dritt	Eig x Ext Dritt X	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Technische Überwachung					
	Eig Ext	Eig Ext	Eig Ext	Eig Ext	Eig Ext

	Dritt	Dritt	Dritt	Dritt	Dritt
Marktdurchdringung	Marktdurchdringungsquoten für Unfallverhütungsbericht		Marktdurchdringungsquoten für Unfallverhütungsbericht		
	Eig X Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig X Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt
Mensch-Maschine-Interaktion von Sicherheitssystemen					
	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt	Eig Ext Dritt

1 Eig = Eigenforschung, Ext = Externe Forschung, Dritt = Drittmittelforschung; Schwerpunkt der Bearbeitung zur Erreichung des Meilensteins durch X gekennzeichnet

### Ziele und angestrebte Umsetzung

Ziel der Forschungslinie ist es, die Sicherheit Älterer, Kinder, äußerer und mobilitätseingeschränkter Verkehrsteilnehmer vor allem aus fahrzeugtechnischer (Kfz und Fahrrad), aber auch infrastruktureller und verkehrspsychologischer Sicht zu verbessern. Durch die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen wie z.B. der Erarbeitung rechtlicher und technischer Anforderungen, einschließlich der Weiterentwicklung und Überprüfung von Testverfahren, wird diesem Ziel in besonderem Maße Rechnung getragen. Der Handlungsbedarf ergibt sich sowohl aus dem Unfallgeschehen hinsichtlich tödlich und schwerverletzter Kinder, Fußgänger und Radfahrer, als auch den Auswirkungen des demografischen Wandels, sowie der Notwendigkeit einer verbesserten persönlichen Schutzausrüstung (Schutzhelme) und eines erhöhten Schutzpotentials von Rollstühlen durch deren verbesserte Sicherung im Fahrzeug.

Die Entwicklung von Algorithmen zur Erfassung der Anzahl „Schwerstverletzter“ und hier insbesondere die Identifizierung von Hochrisikogruppen ermöglicht die Entwicklung von zielgruppenspezifischen Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. Durch die Etablierung einer dauerhaften Erhebung wird die Erstellung von Zeitreihen ermöglicht.

### Schwerpunkte

Kinder, Ältere und mobilitätseingeschränkte Personen als Fahrzeuginsassen; Fußgänger und Radfahrer aller Alters- und Bevölkerungsgruppen

## Anhang 1

### Forschungsziele der BAST

Verbunden mit der Erstellung der neuen Forschungsplanung wurden, wiederum in Abstimmung mit dem Wissenschaftlichem Beirat und dem BMVI, auch die längerfristig ausgerichteten Forschungsziele der BAST überarbeitet und an aktuelle Entwicklungen angepasst:

- 1.1 Verbesserung und Steigerung der Effizienz beim Bau und der Erhaltung sowie Verbesserung der Verlässlichkeit der Straßeninfrastruktur
- 1.2 Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Verkehrssystems Straße
- 1.3 Verbesserung der Verkehrssicherheit
- 1.4 Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Straßenbau und Straßenverkehr
- 1.5 Stärkung der Widerstandsfähigkeit des Verkehrssystems Straße (Resilienz)
- 1.6 Stärkung des technologischen Fortschritts im Straßenwesen

## Anhang 2

Verzahnung der BAST-Forschung mit ausgewählten Programmen des BMVI bzw. der Bundesregierung

FoLi	Titel	BMVI-Programme
1.01	Zuverlässigkeit der Straßeninfrastruktur	Straße im 21. Jahrhundert, Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Expertennetzwerk
1.02	Zukunftsfähige Straßeninfrastruktur	Straße im 21. Jahrhundert, Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Ressourceneffizienzprogramm
1.03	Verbesserung der Widerstandsfähigkeit (Resilienz) des Straßenverkehrs	Straße im 21. Jahrhundert, Forschung für die zivile Sicherheit, Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Sicherheitsstrategie für Güterverkehr und Logistik, Expertennetzwerk
1.04	Sicherstellung der Verfügbarkeit	Straße im 21. Jahrhundert, Verkehrsforschungsprogramm Mobilität und Verkehrstechnologien
1.05	Ganzheitliche Betrachtung der Fahrbahnoberflächeneigenschaften	Straße im 21. Jahrhundert, Verkehrslärmschutzpaket II, Verkehrssicherheitsprogramm
1.06	Substanzerfassung und -bewertung	Straße im 21. Jahrhundert, BVWP
1.07	Ressourcenschonender und umweltverträglicher Straßenbau	Straße im 21. Jahrhundert, Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Ressourceneffizienzprogramm
1.08	Innovationen im Straßenbau	Straße im 21. Jahrhundert
1.09	Fahrzeugautomatisierung	Digitale Agenda, Hightech-Strategie, Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren, Digitales Testfeld Autobahn, Verkehrsforschungsprogramm Mobilität und Verkehrstechnologien, Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien, Verkehrssicherheitsprogramm, Straße im 21. Jahrhundert
1.10	Vernetzte Mobilität	Digitale Agenda, IVS-Aktionsplan Straße, Verkehrssicherheitsprogramm, Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren, Digitales Testfeld Autobahn, Straße im 21. Jahrhundert
1.11	Elektromobilität	Straße im 21. Jahrhundert, Nationale Plattform Elektromobilität
1.12	Steigendes Güterverkehrsaufkommen – Maßnahmen für eine zukunftsfähige Straßeninfrastruktur	Straße im 21. Jahrhundert, Aktionsplan Güterverkehr und Logistik
1.13	Verkehr und Umweltschutz	Straße im 21. Jahrhundert, Verkehrslärmschutzpakete I und II, Bundesprogramm Wiedervernetzung, Expertennetzwerk
1.14	Erhaltung und Optimierung der Leistungsfähigkeit	Straße im 21. Jahrhundert, Digitales Testfeld Autobahn

1.15	Entwurf und Ausstattung sicherer Straßen	Verkehrssicherheitsprogramm, Straße im 21. Jahrhundert
1.16	Verbesserung der Fahrzeugsicherheit	Verkehrssicherheitsprogramm, Euro NCAP
1.17	Gesellschaftlicher Wandel und Verhalten im Verkehr	Verkehrssicherheitsprogramm
1.18	Verhaltensänderung von Verkehrsteilnehmern	Verkehrssicherheitsprogramm, Nationaler Radverkehrsplan
1.19	Sicherheit von Fußgängern, Radfahrern und physisch schwächeren Verkehrsteilnehmern	Verkehrssicherheitsprogramm, Nationaler Radverkehrsplan

FoLi = Forschungslinie