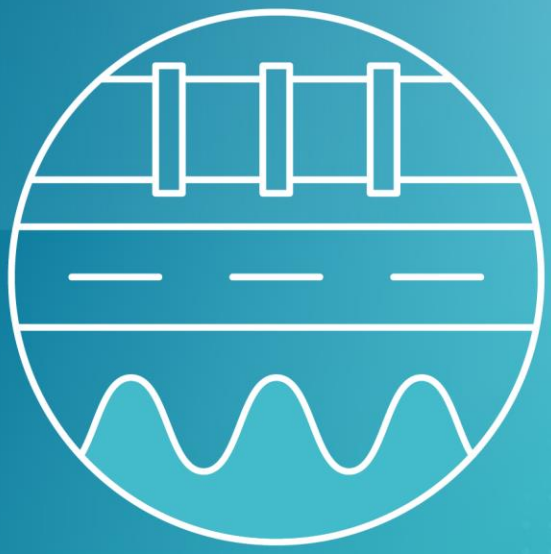
Fraunhofer



Unsere forschungspolitischen Empfehlungen für eine **zukunfts-sichere Verkehrsinfrastruktur**

Resiliente und digitale Verkehrsinfrastruktur als Rückgrat der Wirtschaft und Gesellschaft für bedarfsgerechte Mobilität in Deutschland

Im Überblick

Die Ausgangslage

Mobilitätssysteme sind zentral für die Leistungsfähigkeit unserer Wirtschaft und spielen für das Berufs- und Privatleben der Bevölkerung eine wichtige Rolle. Entscheidend für ihre Funktionsfähigkeit ist eine tragfähige Verkehrs- und Transportinfrastruktur, von der u. a. auch unsere Verteidigungsfähigkeit abhängt. Auch für die Zukunftsfähigkeit Deutschlands und Europas ist eine funktionierende Infrastruktur für Verkehr und Transport essenziell.

Beim Blick in die Zeitung wird jedoch deutlich, dass damit gewaltige Herausforderungen einhergehen. Verspätungen und ausgefallene Verkehrsverbindungen bestimmen mittlerweile die Schlagzeilen. Marode Brücken, nicht digitalisierte Stellwerke und löchrige Straßen stellen dabei nicht nur die Bevölkerung vor eine Geduldsprobe, sondern kosten auch den Wirtschaftsstandort kontinuierlich Geld. Grund für die teils gravierenden Mängel in der Verkehrsinfrastruktur sind u. a. verschleppte Investitionen. So beläuft sich der Investitionsbedarf bis 2029 auf mittlerweile rund. 220 Mrd. €. Das Sondervermögen Infrastruktur ist deshalb ein konsequenter Schritt zur Modernisierung und Steigerung der Resilienz kritischer Infrastruktur – für mehr Wohlstand, Sicherheit und Unabhängigkeit.

Um die Verkehrsinfrastruktur zu ertüchtigen und zukunftssicher zu gestalten, bedarf es einer Vielzahl an orchestrierten Maßnahmen und verstärkter Anstrengungen, insbesondere bei der Brückenmodernisierung und der Generalsanierung der Schiene. Die größte Herausforderung stellen die wenig dynamischen Umsetzungsprozesse dar, darunter langwierige und komplexe Planungs- und Genehmigungsverfahren für den Ausbau und Erhalt der Infrastruktur. Auch strengere Umweltauflagen und mangelnde Digitalisierung und Virtualisierung erschweren und verlangsamen innovative und zukunftsfähige Lösungen. Hinzu kommen begrenzte Personal- und Materialressourcen. Daher gilt es, Baumaßnahmen von Anfang an skalierbar zu gestalten, damit Engpässe bei Personal und Material vermieden werden können. Gleichzeitig ist eine höhere Verkehrsfähigkeit bei parallelen Baustellen sicherzustellen. Außerdem ist eine Transformation zu mehr Nachhaltigkeit erforderlich, d. h. hin zu einem ressourcen- und umweltschonenden Umgang beim Einsatz von Massivbaustoffen (Beton, Stahl etc.).

Unsere wichtigsten Empfehlungen im Fokus

- **Produktivitätssteigerung, Digitalisierung, nachhaltige und intelligente Infrastruktur:** Eine Skalierung der Bauleistung und damit auch ein substanzielles Wachstum der Bauwirtschaft kann angesichts begrenzter Ressourcen nur durch eine deutliche Steigerung der Produktivität und eine höhere Kreislauffähigkeit der Baustoffe erreicht werden. Hierzu bedarf es einer konsequenten Digitalisierung – von der Planung bis hin zur sensorbasierten Zustandserfassung und Überwachung – sowie neuer baulicher Systemlösungen mit höherem Vorfertigungsgrad und einer umfassenderen Sensorintegration in die neue Bausubstanz. Wir empfehlen hierzu den Aufbau und die Finanzierung eines Forschungsclusters »Sicherung kritischer und intelligenter Verkehrsinfrastruktur«. Neue Lösungen für CO_2-reduzierte bzw. CO_2-neutrale Massivbaustoffe müssen zudem schnell in die Zulassung und Massenproduktion überführt werden. Gleichzeitig muss eine funktionsfähige Kreislaufwirtschaft gewährleistet sein.
- **Sensorbasiertes Monitoring, verbesserte Resilienz und Verkehrssteuerung:** Der Schlüssel liegt in einer konsequenten Digitalisierung (inklusive Sensorierung, IoT-Integration und Zustandserfassung) sowie in der Verwendung von Simulationsmodellen und Digitalen Zwillingen für Planung, Umsetzung, Überwachung, Steuerung und Wartung im Bereich Infrastruktur und Verkehr. Die systemische, anwendungsorientierte Forschung zum Building Information Model (BIM) sollte zudem intensiviert werden.
- **Beschleunigung und Harmonisierung:** Vergabe und Umsetzung von Aufträgen zum Bau intelligenter Verkehrsinfrastruktur müssen durch Harmonisierung länderspezifischer, bundesweiter und europäischer Normen vereinfacht und beschleunigt werden. Dies erfordert neue, beschleunigte Zertifizierungsprozesse für die Einführung und Normung von Technologie-Innovationen unter stärkerer Einbeziehung von Künstlicher Intelligenz und digitalen Lösungen (DIN, CEN, ISO).

Im Fokus: Güterverkehr und Multimodalität

Der Güterverkehr, insbesondere seine Multimodalität, ist für Deutschland von großer Bedeutung. Er bildet die Basis für eine effiziente Logistik zur Versorgung von Industrie und Gesellschaft. Der Güterverkehr steht jedoch vor großen Herausforderungen. Mangelhafte oder veraltete Infrastruktur und das wachsende Verkehrsaufkommen führen zu teils erheblichen Verspätungen. Zudem fehlt es an (ausreichend ausgebauten) Knotenpunkten. Hinzu kommt die unzureichende Abstimmung der unterschiedlichen Verkehrsarten (Straßen-, Schienen- und Schiffsverkehr). Dies verhindert einen effizienten und wettbewerbsfähigen Güterverkehr in Deutschland.

Ein wichtiger Ansatzpunkt für zukünftige Verbesserungen sind kurz- und mittelfristige Digitalisierungsmaßnahmen, z. B. die Digitalisierung der Transportkette. Hierbei benötigt die Branche Unterstützung. Um den Güterverkehr und insbesondere die Multimodalität zu verbessern, sollten zudem neben der Verbesserung der Infrastruktur (Instandhaltung und Ausbau) die Ziele des Physical Internet und der Synchromodalität verfolgt werden. Das Physical Internet ist ein Konzept, das die physische Bewegung von Gütern ähnlich wie das Internet organisiert. Es umfasst die Vernetzung und Optimierung der Logistik unter Berücksichtigung der Aspekte Standardisierung und Nachhaltigkeit. Die Vernetzung wird erreicht durch Synchromodalität. Hierunter wird ein flexibles Transportkonzept verstanden, das es ermöglicht, verschiedene Verkehrsträger in der Logistik je nach Nachfrage und Verfügbarkeit dynamisch zu kombinieren. Dies sorgt für mehr Flexibilität, Transportoptimierung und effizientere Ressourcennutzung. Beide Konzepte zielen darauf ab, die Effizienz und Nachhaltigkeit im Güterverkehr zu steigern.

Digitalisierung und Sensorierung der Infrastruktur

- Sensorik kann zur kontinuierlichen Überwachung von Brücken, Straßen, Schleusen und Schienen auf Schäden oder Abnutzung eingesetzt werden. Der Aufbau integrierter smarter Sensornetzwerke und IoT Edge Gateways ist wesentlich für eine innovative Infrastruktur.
- Predictive Maintenance mittels Sensordaten zur Vorhersage und zur Optimierung des Wartungsbedarfs vermeidet Ausfälle und reduziert die Gesamtkosten.

Automatisierung

- Die Automatisierung auf der Schiene und Wasserstraße geht mit hohen Forschungs- und Entwicklungskosten einher; die Straße ist hier mit Strategie und Förderinitiativen schon weiter. Die alternativen Verkehrsmittel brauchen daher verstärkte Förderung und FuE-Programme.

Durchgängige Digitalisierung der Transportkette

- Technologie zur Bereitstellung von Informationen ist aufwendig in der Entwicklung. Vor allem KMU benötigen im margenarmen Sektor Unterstützung bei FuE, um hohe Transparenz zu gewährleisten. Unterstützung ist insbesondere bei der Standardisierung internationaler Transportketten erforderlich.

Unsere Förderempfehlungen

Projekte, die eine Digitalisierung im Güterverkehr stärker voranbringen, sollten sich sowohl mit dem Einsatz von Sensorik und IoT-Devices als auch mit der Digitalisierung beschäftigen. Hierzu sollten spezifische Forschungsprogramme aufgesetzt werden. Automatisierung von Verkehren sowohl auf der Schiene, der Wasserstraße, der Straße als auch in Knotenpunkten wie Terminals und Häfen soll vorangebracht werden.

Im Fokus: Mobilitätskonzepte für den intermodalen Personenverkehr

Der urbane und interurbane Personenverkehr auf der Straße und Schiene durchläuft derzeit einen grundlegenden und vielschichtigen Wandel. Damit dieser Wandel zum Wohle von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt erfolgt, müssen die einzelnen Transformationen, die mit diesem Wandel einhergehen, als zusammengehöriges System verstanden werden. Dabei gilt es, die Grundlage dafür zu schaffen, dass diese nahtlos ineinandergreifen können, und dabei innovative, wettbewerbliche Wertschöpfung als wirtschaftliche Triebfeder zu stärken. Die einzelnen Transformationen umfassen dabei Automatisierung, die Verknüpfung von Verkehrsträgern hin zu intermodaler Mobilität, die Transformation von Energieträgern sowie, als »Enabler«, Digitalisierung, Daten und KI.

Neue Mobilitätsformen müssen niederschwellig und hochverfügbar sein, um eine Alternative zu klassischer motorisierter Individualmobilität darzustellen. Für einen flächendeckenden Wandel erfordert dies die intelligente Vernetzung von Verkehrsträgern im (sub-)urbanen Raum, aber auch die bessere Anbindung des ländlichen Raums. Hier besteht ein starker internationaler Wettbewerb, der auch den Markt für automatisierte Shuttlebusse und Ruftaxis umfasst, die insbesondere durch den Fachkräftemangel stetig an Bedeutung gewinnen. Für den Wirtschaftsstandort ist daher existentiell, dass Innovationen niederschwelliger entwickelt und angewandt werden können und Lösungen durch Standards kompatibel und skalierbar werden.

Herausforderungen liegen hier insbesondere in der Verknüpfung von realer und digitaler Welt. Die DSGVO legt fest, wie die reale Welt in digitale Datenräume übertragen werden kann; der EU AI Act wiederum bestimmt, unter welchen Voraussetzungen KI-Entwicklungen in der realen Welt in Betrieb genommen werden können. Beides stellt innovative Entwicklungen vor erhebliche Herausforderungen, die mit gezielten Maßnahmen adressiert werden müssen.

Digitale Zwillinge und simulative Umgebungen können einen wertvollen Beitrag dazu leisten, dass Technologien zuverlässig, datenschutzsicher und niederschwellig entwickelt und erprobt werden können. Mit den damit einhergehenden Möglichkeiten werden anspruchsvolle Entwicklungen auch innovativen kleinen und mittelständischen Unternehmen ermöglicht.

Unser Ziel ist es, durch die international wettbewerbsfähige Entwicklung innovativer Mobilitätslösungen ein souveränes, resilientes und nahtlos vernetztes intermodales Mobilitätssystem einschließlich automatisierter Fahrzeuge für Deutschland zu erschließen. Neben dem Ausbau der Verkehrsinfrastruktur und der Festlegung einheitlicher Standards besteht insbesondere Aufholbedarf bei Lösungen für eine sichere Datenverarbeitung, vertrauenswürdige KI sowie Digitale Zwillinge.

Um diesem Zielbild mithilfe des Sondervermögens näher zu kommen, empfehlen wir folgende regulatorische Maßnahmen und Projekte zur Forschungsförderung:

Intermodale Verkehrssysteme

- Um intermodale Reiseketten regional- und verkehrsbundübergreifend zu stärken, bedarf es einer **ausreichenden finanziellen Förderung** für den Ausbau von physischen und digitalen Infrastrukturen, darunter breitbandige Funkverbindungen.

Autonomes Fahren / Digitalisierung

- Die souveräne Entwicklung von Automatisierungs- und Vernetzungslösungen ist mit hohen Forschungs- und Entwicklungskosten verbunden. Um internationale Abhängigkeiten zu reduzieren und das Risiko für die Entwicklung souveräner Lösungen für Deutschland und Europa zu kompensieren, bedarf es einer **entschiedenen Erhöhung und Verstetigung der Forschungsförderung** insbesondere für offene, **standardisierte** virtuelle Lösungen wie Digitale Zwillinge und Simulationen.

- **Erprobung, Training und Nutzung von sicherer KI** müssen im Einklang mit der DSGVO und dem AI Act sowie unter Berücksichtigung von menschlichem Domänenwissen durch kombinierte wissens- und datenbasierte Ansätze zur **Entwicklung Digitaler Zwillinge von Mobilitätssystemen und Infrastruktur** intensiviert werden.

Unsere Förderempfehlungen

Dazu sollten u. a. Maßnahmen zur **Weiterentwicklung offener Digitaler Zwillinge** gefördert werden, um Abhängigkeiten von Realtests und -daten, insbesondere für KI-basierte Mobilitätssysteme, zu reduzieren. Auch der überregionale und niederschwellige **Aufbau intermodaler Reiseketten** zwischen ÖPNV und individueller bzw. geteilter Mobilität sollte unterstützt werden. Zudem sollte die gezielte **Entwicklung Digitaler Zwillinge von Mobilitätsinfrastruktur (begleitend zu deren physischem Ausbau)** insbesondere zwecks Automatisierung und Vernetzung gestärkt werden. Gefördert werden sollte auch die Weiterentwicklung der Anforderungen für **infrastrukturgestütztes autonomes Fahren und die technische Aufsicht** sowie der rechtlichen Anforderungen an Zulassung und Betrieb. Diese Aktivitäten sollten verstärkte Bezüge zur **Standardisierung** aufweisen, um eine nachhaltige, offene Skalierung von Lösungen zu ermöglichen.

Im Fokus: Brücken und Straßen

Ausgangssituation und Investitionsbedarf: Der Erhalt und Ausbau des Straßennetzes sowie zugehöriger Brückenbauwerke in Deutschland erfordern in den kommenden Jahren Investitionen in Höhe von jährlich ca. 16 Mrd. €; das sind insgesamt ca. 96 Mrd. € für den Zeitraum 2025 bis 2030. Ein erheblicher Teil muss in die Instandsetzung und Modernisierung maroder Brücken investiert werden.[1] Zahlreiche Brückenbauwerke, insbesondere Autobahnbrücken, haben das Ende ihrer Lebensdauer erreicht oder überschritten und müssen entweder grundlegend saniert oder neu gebaut werden. Auch mit der Digitalisierung der Verkehrssteuerung und der Umsetzung klimafreundlicher Baustandards gehen hohen Kosten einher. Brücken und Straßen sind essenziell für die Verkehrsinfrastruktur und unabdingbar für unsere Gesellschaft. Sie ermöglichen den reibungslosen Transport von Menschen, Gütern und Informationen. Sind Brücken auch nur kurzeitig nicht befahrbar oder in schlechtem Zustand, entstehen erhebliche volkswirtschaftliche Schäden. So kann die unvorhergesehene Sperrung einer Brücke Schäden in Höhe von rund 1 Mio. € pro Tag verursachen. Neben dem hohen Alter ist auch die unvorhergesehene Zunahme des Verkehrsaufkommens ein wichtiger Grund für den schlechten Zustand von Brücken und Straßen. Oft fehlt darüber hinaus die Datengrundlage für präzise Zustandsbewertungen und daraus ableitbare Lebensdauermodelle.

Das Straßennetz wird derzeit punktuell saniert, doch es besteht weiterhin erheblicher Investitionsbedarf – insbesondere bei Autobahnbrücken in Ballungsräumen und entlang zentraler Transportkorridore. Die Autobahn GmbH des Bundes hat ein Brückenmodernisierungsprogramm gestartet, das vorrangig kritische Bauwerke erfasst und erneuert. Die Sanierung der Rahmedetalbrücke an der A45 oder die Ersatzneubauten an der Rheinbrücke Leverkusen stehen exemplarisch für den immensen Nachholbedarf. Parallel werden Maßnahmen zur Digitalisierung des Verkehrsflusses – etwa durch intelligente Ampelsteuerung oder adaptive Tempolimits – umgesetzt. Dennoch fehlen vielerorts Planungs- und Umsetzungskapazitäten sowie verbindliche Standards für Nachhaltigkeit im Straßenbau.

Zielbild: Eine klimaresiliente, digital vernetzte und ressourceneffiziente Straßen- und Brückeninfrastruktur, bei der Brücken aus hochleistungsfähigen, wartungsarmen Materialien gefertigt und mit Sensorik ausgestattet werden, die ihren Zustand in Echtzeit überwacht. Straßen werden Teil eines vernetzten, dynamischen Verkehrssystems, das automatisiertes Fahren, intelligente Umleitungen und eine optimierte Baustellenkoordination ermöglicht. Im Straßenbau werden emissionsarme Baustoffe verwendet und die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft berücksichtigt, um den CO_2-Ausstoß deutlich zu senkesn. Zur Kostenreduktion bei Instandhaltungsmaßnahmen sowie zur Realisierung einer innovativ ausgestalteten Verkehrsinfrastruktur empfehlen wir folgende Maßnahmen:

Unsere Förderempfehlungen

Implementierung von sensorbasiertem Monitoring kritischer Bauwerke (Brücken) für eine vorausschauende Planung und Instandhaltung (Predictive Maintenance mit digital vernetzten Sensor- und Monitoring-Plattformen).

Digitale Zwillinge für verbesserte Lebensdauerprognosen: Es wird empfohlen, ein bundesweites, digitales Brückenkataster zu etablieren, das mit Echtzeitdaten aus Sensoren (z. B. zu Dehnung, Schwingung, Temperatur) gespeist wird. Auf Basis Digitaler Zwillinge können Belastungsgrenzen prognostiziert, Wartungsintervalle optimiert und kritische Schäden frühzeitig erkannt werden. Die Forschungsförderung sollte sich auf skalierbare Systeme konzentrieren, die auch für kleinere Bauwerke wirtschaftlich einsetzbar sind.

Automatisierte Zustandserfassung der Straßeninfrastruktur mit mobilen Sensorplattformen: Sie sollen automatisiert Straßenschäden wie Risse, Spurrinnen oder Absenkungen erkennen und klassifizieren. Eine KI-gestützte Auswertung der Bild- und Sensordaten soll dann eine priorisierte Instandhaltungsplanung ermöglichen. Für die Erprobung und Standardisierung solcher Verfahren sind gezielt Pilotprojekte zu fördern.

Kreislaufwirtschaft im Straßenbau: Der Einsatz recycelter Baumaterialien (z. B. Ausbauasphalt, Betonbruch) muss gezielt gefördert werden. Digitale Produktpässe und digitale Baustoffregister können dabei helfen, Materialströme effizient zu steuern. Zudem sollten Innovationsprogramme für ressourcenschonende Beläge und emissionsarme Bauverfahren aufgelegt werden.

Intelligente Verkehrssteuerung: Um die Kapazität bestehender Straßeninfrastruktur besser auszunutzen, sind adaptive Systeme zur Verkehrslenkung zu entwickeln. Dazu gehören z. B. vernetzte Ampelphasen, dynamische Spurfreigaben oder eine KI-basierte Baustellenkoordination. Ziel ist ein flüssigerer, emissionsarmer Straßenverkehr.

1 BASt & BMV – Zustand der Infrastruktur | Bundesverkehrswegeplan 2023

Im Fokus: Bahn, und Schienennetz

Ausgangssituation und Investitionsbedarf: Für den Erhalt des Schienennetzes in Deutschland werden über 90 Mrd. € benötigt. Zusätzlich sind 200 Mrd. € für Elektrifizierung, Digitalisierung und Streckenausbau erforderlich, um im Verkehrssektor bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen.[2] Die Bundesregierung hat bereits Maßnahmen ergriffen, darunter ein milliardenschweres Programm für den Substanzerhalt der Infrastruktur sowie zusätzliche Mittel für Lärmschutz und Modernisierung.[3] Dennoch investierte Deutschland im Jahr 2023 nur 115 € pro Bürger in sein Schienennetz, was im internationalen Vergleich niedrig ist.[4]

Die Schieneninfrastruktur wird derzeit umfassend modernisiert und saniert. Die Bundesregierung hat erhebliche Summen bereitgestellt, um das Netz zu verbessern und die Pünktlichkeit zu erhöhen. Besonders im Fokus stehen die Hochleistungskorridore, die durch Generalsanierungen robuster und zuverlässiger gemacht werden sollen. Seit 2024 werden ganze Streckenabschnitte grundlegend erneuert. Rund 30 Mrd. € werden in den kommenden Jahren zusätzlich in die Schieneninfrastruktur fließen. Zudem wurde ein neues Sondervermögen in Höhe von 500 Mrd. € beschlossen, um die Modernisierung und den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur langfristig zu sichern. Die Deutsche Bahn hat bereits mit der Sanierung der Riedbahn zwischen Frankfurt und Mannheim begonnen. Weitere Strecken wie Hamburg-Berlin und Emmerich-Oberhausen folgen. Ziel ist es, bis 2030 jährlich mindestens zwei weitere Korridore zu modernisieren. Trotz dieser Fortschritte bleibt die **Herausforderung**, den Investitionsstau weiter zu reduzieren und die Effizienz der Maßnahmen zu steigern, bestehen.

Das verfolgte **Zielbild** für die Schieneninfrastruktur der Zukunft zeichnet sich durch Effizienz, Nachhaltigkeit und intelligente Vernetzung aus. Züge – elektrisch oder mit Wasserstoff betrieben – verkehren nahtlos zwischen Knotenpunkten und reduzieren Emissionen auf ein Minimum. Bahnhöfe werden zu smarten Mobilitätszentren, wo autonom fahrende Shuttles und Sharing-Angebote perfekt auf den Schienenverkehr abgestimmt sind.

Digitale Zwillinge der Infrastruktur ermöglichen eine vorausschauende Wartung, sodass Störungen kaum noch auftreten. Künstliche Intelligenz optimiert den Fahrplan in Echtzeit, angepasst an Wetter, Nachfrage und Verkehrsfluss. So wird der Schienenverkehr zum Rückgrat einer klimafreundlichen Mobilität – sicher, verlässlich und vernetzt.

Unsere Förderempfehlungen

Verbesserte Monitoringkonzepte*:* Die Qualität des Schienennetzes wird durch regelmäßige Inspektionen, automatisierte Messfahrten und digitale Auswertungsverfahren überwacht. Dies ist enorm aufwendig und kann nur in großen Zeitabständen durchgeführt werden. Messzüge erfassen kontinuierlich verschiedene Parameter, während Sensoren und Kameras Risse und Abnutzungen erkennen. Die gesammelten Daten werden zentral ausgewertet und analysiert, um frühzeitig Instandhaltungsbedarf zu erkennen und Maßnahmen effizient zu planen. Es wird ein Programm zur Förderung autonom agierender Drohnen empfohlen, die Triebfahrzeughersteller-unabhängig den Zustand der Schieneninfrastruktur erfassen.

Digitalisierung der Modernisierungsmaßnahmen: Die Vielzahl an Baustellen und der große Bedarf an Baumaterialen und Entsorgungspunkten führen zu einem hohen logistischen Aufwand. Die Politik kann durch die Förderung von Produktpässen (Zertifizierung von Materialen) den Austausch von Materialen zwischen Baustellen erleichtern, um Transport- und Beschaffungs- sowie Entsorgungskosten zu verringern.

Sensorgesteuertes, automatisiertes Fahren: Damit die Transportleistung deutlich erhöht werden kann, ist die Aufhebung des Blockabstands im Bahnbetrieb erforderlich. Dazu sind die Triebzüge mit geeigneten Sensorsystemen auszurüsten, die eine Ortung von Zuganfang und -ende sowie eine Erfassung von Hindernissen (Abweichungen von Digitalem Zwilling der Schieneninfrastruktur) erfassen. Die Zugortung muss hochgenau, ausfallsicher und latenzarm sein, um einen sicheren Zugverkehr mit ausreichender Reisegeschwindigkeit zu ermöglichen. Es werden umfassende Maßnahmen zu Technologieentwicklung, Testbetrieb und Zertifizierung/ Zulassung empfohlen.

2 Zukunftsnetzwerk ÖPNV | Sondervermögen für Infrastruktur

3 BMV - Aktionsplan Schiene: Investieren, modernisieren, digitalisieren

4 Investitionen in die Schieneninfrastruktur - Allianz pro Schiene

Im Fokus: Wasserstraßen und Häfen

Ausgangssituation und Investitionsbedarf: Priorität der Nationalen Hafenstrategie ist es, die digitale Transformation voranzubringen und die Verkehrsinfrastruktur bedarfsgerecht zu erhalten und auszubauen. Ziel ist die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und somit des Hafen- und Industriestandorts Deutschland. Bedarfe ergeben sich durch die Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstände und Flussläufe sowie auf veraltete Hafenanlagen, Kaimauern und Schleusen. Zudem haben Binnenhäfen mit der zunehmen Urbanisierung und Umwidmung von Hafenflächen zu kämpfen. Bei Wasserstraßen können die Bedarfe eingeteilt werden in unzureichende Wassertiefen und Sedimentablagerungen, Wetterabhängigkeiten und veraltete Schleusen. Bei Letzteren könnten vernetzte Sensorsysteme Abhilfe schaffen und durch Automatisierung und Überwachung der Verkehrswege einen wirtschaftlichen und sicheren Betrieb ermöglichen. Bei den Ufern ist zu unterscheiden zwischen Böschungsufern, Spundwände und Kaimauern. Insbesondere bei Letzteren kann es zu Hohlraumbildungen und Einsturzgefahr und somit zu Neubaubedarfen kommen. Ein Hindernis besteht in zu langwierigen und starren Genehmigungsprozessen bei der Projektierung oder bei der Überführung reifer Technologie-Entwicklungen in die Realanwendung. Der Realisierungsprozess von forschungsseitig erprobten, innovativen Lösungen bis hin zur Implementierung in baulichen und verkehrstechnischen Lösungen im Wasserverkehr wird allzu sehr verlangsamt oder durch aufwendige bürokratische Prozesse stark gehemmt. Die Umsetzung erfolgt zudem höchst uneinheitlich. Einheitlich und umfangreich implementierbare Lösungen scheitern hingegen oder werden durch von Bundesland zu Bundesland unterschiedliche Anforderungen und Randbedingungen deutlich gebremst.

Zielbild: Der kontinuierliche Einsatz von Sensorik und IoT-Devices ermöglicht die Überwachung von Infrastrukturen, aber auch die Optimierung der Logistik. Einsatzfelder sind z. B. Sensoren zur Hohlraumerkennung oder das Monitoring von Schleusen. Die dabei erfassten Daten ermöglichen die Analyse in Digitalen Zwillingen, die frühzeitige Erkennung von Bedarfen und zielgerichtetes Handeln – sowohl bei Umschlaganlagen und Kaimauern als auch bei Schleusen und Wasserstraßen. Die Daten werden zudem der Industrie und Logistik zur Verfügung gestellt oder zur Prozessoptimierung und Kapazitätsplanung, z. B. bei Extremwetterereignissen, genutzt. Automatisierte Umschläge und automatisiertes Fahren ermöglichen eine effiziente und nachhaltige Binnenschifffahrt. Die Politik sollte durch die Förderung von Forschungsprojekten die Erforschung von günstigen und effizienten Technologien in den zuvor dargelegten Bereichen ermöglichen. Auch KI-Methoden und Datenanalyse können durch die Politik proaktiv unterstützt werden. Hierdurch kann eine schnellere Digitalisierung und Implementierung neuer Technologien erreicht werden. Auch kann durch die neuen Technologien der Instandhaltungs- und Wartungsaufwand reduziert werden, da zielgerichtet gearbeitet werden kann.

Unsere Förderempfehlungen

Implementierung von Sensorik und Digitalen Zwillingen: Hier sollte der kontinuierliche Einsatz von Sensorik zur Überwachung von Infrastrukturen, zur Optimierung der Logistik sowie zur Datengenerierung und frühzeitigen Erkennung von Wartungsbedarfen gefördert werden. Digitale Zwillinge sollten entwickelt werden, um frühzeitig Bedarfe zu erkennen und eine datenbasierte Entscheidungsfindung zu ermöglichen.

KI-Services und Datenanalysen: KI-Services unterstützen bei der Planung und Durchführung von Transporten und Umschlagsvorgängen. Hierbei handelt es sich um die Kapazitätsplanung bei Extremwetterereignissen, die Optimierung von Umschlagsvorgängen und die Optimierung von multimodalen Transportketten.

Automatisiertes Fahren und automatisierter Umschlag: Um die Wettbewerbsfähigkeit des maritimen Sektors zu stärken, sollte das automatisierte Fahren in der Binnenschifffahrt und die Automatisierung des Terminalumschlags weiter gefördert werden. Schwerpunkte sollten auf der Entwicklung der Schiffe, Kommunikationssystemen sowie Datengenerierung und -analyse liegen.

Verzeichnis der Mitwirkenden

Dr.-Ing. Dirk Berndt
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Thomas Kirmayr
Geschäftsführer der Fraunhofer-Allianz Bau

Achim Klukas
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

Prof. Dr. Alexander Reiterer
Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Dr.-Ing. Miriam Ruf
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Thomas Schwender
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

Prof. Dr.-Ing. Bernd Valeske
Sprecher der Fraunhofer-Allianz Verkehr
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

Jens Ziehn
Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

Über die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung. Im Innovationsprozess spielt sie eine zentrale Rolle – mit Forschungsschwerpunkten in zukunftsrelevanten Schlüsseltechnologien und dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie zur Stärkung unseres Wirtschaftsstandorts und zum Wohle unserer Gesellschaft. Seit ihrer Gründung als gemeinnütziger Verein im Jahr 1949 nimmt sie eine einzigartige Position im Wissenschafts- und Innovationssystem ein.

Knapp 32 000 Mitarbeitende an 75 Instituten und selbstständigen Forschungseinrichtungen in Deutschland erarbeiten das jährliche Finanzvolumen von 3,6 Mrd. €. Davon entfallen 3,1 Mrd. € auf das zentrale Geschäftsmodell von Fraunhofer, die Vertragsforschung. Im Vergleich zu anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen bildet die Grundfinanzierung durch Bund und Länder lediglich das Fundament des jährlichen Forschungshaushalts. Sie ist die Basis für wegweisende Vorlaufforschung, die in den kommenden Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft bedeutend wird. Das entscheidende Alleinstellungsmerkmal ist der hohe Anteil an Wirtschaftserträgen, der Garant ist für die enge Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Industrie und die stetige Marktorientierung der Fraunhofer-Forschung: 2024 beliefen sich die Wirtschaftserträge auf 867 Mio. € des laufenden Haushalts. Ergänzt wird das Forschungsportfolio durch im Wettbewerb eingeworbene öffentliche Projektmittel, wobei eine ausgewogene Balance zwischen öffentlichen und wirtschaftlichen Erträgen angestrebt wird.

Kontakt

Herausgeber
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
Hansastraße 27 c, 80686 München
https://www.fraunhofer.de

Ansprechpersonen

Prof. Dr.-Ing. Bernd Valeske
Sprecher Fraunhofer-Allianz Verkehr
Telefon: +49 681 9302 3800
E-Mail: bernd.valeske@izfp.fraunhofer.de

Pierre Prasuhn
Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft, Abteilung Wissenschaftspolitik
Telefon: +49 30 688 3759-1607
E-Mail: pierre.prasuhn@zv.fraunhofer.de

© Fraunhofer-Gesellschaft e. V., München 2025