Digitale Mobilität

Nachhaltig und digital unterwegs in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR VERKEHR

INHALT

Grußwort Verkehrsminister Winfried Hermann, MdL 03

Digitalisierung als Beitrag für zukunftsfähige Mobilität 04

Bausteine und Grundlagen der Mobilitätsdatenarchitektur in Baden-Württemberg 08

Aktuelle Landesinitiativen zur Weiterentwicklung der Mobilitätsdatenarchitektur 10

Intelligente Verkehrssteuerung zur Reduzierung von Staus und Emissionen 15

Digitale Mobilität im ländlichen Raum 19

Digitalisierung als Beitrag zur Verkehrssicherheit 22

Automatisiertes Fahren: Nutzungsmöglichkeiten erproben, verkehrliche Wirkungen erkennen 26

Digitale Innovation in der Fahrzeugentwicklung und im Fahrzeugbau 31

Digitales Ticketing im ÖPNV: Auf dem Weg zum landesweiten E-Ticket und E-Tarif 33

Nachfrageorientiert den ÖPNV stärken: Automatisierte Fahrgastzählsysteme 35

Echtzeit-Fahrgastinformationen im ÖPNV ausbauen 38

Digitalisierung der Schiene: Elektronische Zugsteuerung und automatisiertes Fahren 41

Chancen für Unternehmen und Start-ups 42

Qualifizierung und Kompetenzaufbau in der Automobilwirtschaft 43

Digitale Mobilität – für und mit Kommunen erschließen 44

Neue Kooperationsformen für eine digital-gestützte Verkehrswende 48

Kompetenzen vernetzen, Ideen umsetzen 50

Fazit und Ausblick 54

GRUSSWORT WINFRIED HERMANN MINISTER FÜR VERKEHR

TRANSFORMATION GESTALTEN

Unser Verkehrssystem steht vor großen Herausforderungen. Rund ein Drittel des Ausstoßes an Treibhausgasen in Baden-Württemberg stammt aus dem Verkehrssektor – überwiegend aus dem Straßenverkehr. Eine Umstellung auf klimaverträgliche Mobilität mithilfe klimafreundlicher Antriebe und nachhaltiger Energieträger sowie die stärkere Vernetzung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) und des Individualverkehrs ist dringend notwendig. Diese Verkehrswende lässt sich allerdings nur herbeiführen, wenn alle verfügbaren Technologien genutzt werden. Hier spielt das Thema Digitalisierung eine wesentliche Rolle.

Die Digitalisierung eröffnet vielfältige Chancen, die wir nutzen, und birgt neue Herausforderungen, die wir konstruktiv angehen wollen. Wir richten unseren Blick auf Daten und Informationstechnologien, auf öffentliche und private Organisationen und ihre gemeinsamen Prozesse im Zusammenspiel mit den unterschiedlichsten Verkehrsmitteln, ihren Infrastrukturen und Umsteigepunkten. Die Digitale Mobilität bildet innerhalb der Digitalisierungsstrategie des Landes *digital@bw* einen Schwerpunkt.

DIGITALE MOBILITÄT ERLEBBAR MACHEN

Als Landesregierung wollen wir Räume schaffen, die das Ausprobieren Digitaler Mobilität ermöglichen, und dann innovative Ideen in dauerhafte Lösungen überführen. Wir wollen dabei auch die Rollen von Unternehmen, Staat und Gesellschaft neu denken, denn künftig werden Strukturen benötigt, die Digitalisierung als Teil der Infrastruktur zuverlässig tragen. Auch braucht es Rahmenbedingungen, die es uns erlauben, strukturiert und verlässlich, kreativ und innovativ mit digitalen Technologien umzugehen – für den Fortschritt und gesellschaftlichen Nutzen digitaler Mobilität.

Das Land hat schon einiges auf den Weg gebracht. Davon können Sie sich in dieser Broschüre überzeugen. Es bleibt aber weiterhin viel zu tun – auch dies können Sie den folgenden Seiten entnehmen. Lassen Sie sich begeistern von der digitalen Mobilität in Baden-Württemberg. Viel Spaß beim Lesen.

Ihr Winfried Hermann MdL
Minister für Verkehr Baden-Württemberg

DIGITALISIERUNG ALS BEITRAG FÜR ZUKUNFTSFÄHIGE MOBILITÄT

Zukunftsfähige Mobilität – muss nachhaltig, innovativ, wirtschaftlich erfolgreich, optimal vernetzt und sicher für Gesellschaft und Wirtschaft sein. Zukunftsfähige Mobilität stellt uns vor zahlreiche Herausforderungen. Einiges ist auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilität der Zukunft bereits Wirklichkeit geworden. Darunter sind zahlreiche Erfolgsbeispiele zur Nutzung der Digitalisierung für Mobilität und Verkehr. Diese Maßnahmen und Projekte sind in dieser Broschüre dargestellt. Mit einer starken Wirtschaft, hervorragenden Forschungseinrichtungen und einer engagierten Gesellschaft hat Baden-Württemberg die besten Voraussetzungen, auch weiterhin ein Innovationstreiber in der Mobilität von heute und für morgen zu sein.

Betrachtet man die gewaltigen Herausforderungen, die der Verkehrssektor mit sich bringt, so ist es nicht überraschend, dass auch die Erwartungen an eine Mobilität der Zukunft nichts Anderes als gewaltig sind. Im Jahr 2017 war der Verkehr einer der größten Treiber des Klimawandels – mit einem Anteil von 37 Prozent der CO_2-Emissionen in

Themenfelder, in denen digitale Mobilität sinnvoll eingesetzt werden kann, sind:

KLIMA- UND EMISSIONSSCHUTZ

Im Verkehrssektor kann die Digitalisierung maßgeblich dazu beitragen, die Ziele Baden-Württembergs im Umweltschutz zu erreichen. Zum Beispiel kann ein digital basiertes Verkehrssystem den Umstieg auf umweltfreundliche Verkehrsmittel so nutzerfreundlich, komfortabel und effizient wie nie zuvor begleiten. Die Digitalisierung kann zudem das Verkehrsmanagement dabei unterstützen, etwaige Umweltfolgen durch gezielte Eingriffe zu reduzieren.

NEUE MOBILITÄTSFORMEN

Digitalisierung ermöglicht flexibel zusammengestellte, individuelle und intermodale Wegeketten und gilt deshalb zurecht als Wegbereiter eines neuen Mobilitätsverhaltens. Verkehrsteilnehmende profitieren von Effizienzgewinnen. So entstehen innovative, nachhaltige Mobilitätsformen im ÖPNV, basierend auf völlig neuen Denk- und Lösungsansätzen bei mehr Mobilität und weniger Verkehr.

STAUVERMEIDUNG

Digitale Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Fahrzeugen und mit der sie umgebenden Infrastruktur können zu einem flüssigeren Verkehrsablauf beitragen und bei der Stauvermeidung insbesondere in den belasteten Metropolregionen helfen.

Baden-Württemberg. Gleichzeitig ist das hohe Ausmaß an lokalen Verkehrsstaus ein enormer Stressfaktor für Menschen und Wirtschaft. Und auch im Bereich der Verkehrssicherheit gibt es trotz kontinuierlicher Verbesserungen immer noch eine hohe Anzahl an Unfallopfern und Verkehrstoten.

Das Leitmotiv „Autoland Nummer 1“ alleine reicht heute nicht mehr aus. Ziel der Landesregierung ist es, Baden-Württemberg zum bundesweiten „Mobilitätsland Nummer 1“ weiterzuentwickeln. Der Siegeszug digitaler Technologien bietet für diesen Wandel große Chancen: Richtig ausgestaltet, kann die Digitalisierung eine entscheidende Rolle spielen, um den steigenden Mobilitätsbedürfnissen bei gleichzeitig weniger Verkehr gerecht zu werden.

Digitale Mobilität braucht inhaltliche Orientierung, um den Menschen und Unternehmen in Baden-Württemberg neue Perspektiven zu eröffnen und Verbesserungen für die lokale und globale Umwelt zu bewirken.

ERHÖHUNG DER VERKEHRSSICHERHEIT

Neue digitale Assistenztechnologien und die stufenweise Weiterentwicklung des automatisierten Fahrens sind wichtige Schritte bei der Verwirklichung der Vision Zero – eines Straßenverkehrs ohne tödliche Unfälle.

TEILHABE UND PERSÖNLICHKEITSRECHTE

Dank digital vermittelter Mobilitätsangebote erhalten bisher benachteiligte Bevölkerungsgruppen Zugang zu passgenauen Informationen. Der Datenschutz ist hierbei ein hohes Gut. Lösungen aus Baden-Württemberg für ein nachhaltig gestaltetes, digitales Verkehrssystem gewährleisten den Schutz der Daten.

ARBEITSPLÄTZE UND WERTSCHÖPFUNG IN DER MOBILITÄTSWIRTSCHAFT

Für Baden-Württemberg als weltweit führenden Automobilstandort ist es von zentraler Bedeutung, den Weg der globalen Transformation aktiv mitzugestalten. Der Wandel zu einem vernetzen Mobilitätssystem ohne fossile Brennstoffe mit Hilfe digitaler Ansätze bietet große Gestaltungschancen für neue, wirtschaftlich erfolgreiche, effiziente, bedarfsgerechte, nachhaltige und soziale Mobilitätslösungen. Innovative Mobilitätslösungen können durch einen solch proaktiv gestalteten Wandel zukünftig auch in Baden-Württemberg entstehen, die Arbeitsplätze sichern und Wertschöpfung generieren.

CHANCE UND HERAUSFORDERUNG

Damit Digitalisierung nicht nur einzelnen Interessen dient, sondern zu einer nachhaltigen Mobilität der Zukunft für alle Menschen führt, lädt die Landesregierung zur Mitgestaltung ein. Gesellschaft, Forschung und Wirtschaft sind aufgerufen, sich zu beteiligen. Digitale Technologien sind Gegenstand verschiedener Austauschformate wie zum Beispiel dem *Strategiedialog Automobilwirtschaft* (seit 2017) und den *Ideenschmieden für digitale Mobilität* (2017 bis 2018) und *für den ländlichen Raum* (seit 2020).

Im Austausch miteinander zeigt sich immer wieder, dass Digitalisierung weder Selbstzweck noch Selbstläufer ist. Ein Ziel der politischen Rahmensetzung für ein digital basiertes Mobilitätssystem ist, neben den vielfältigen Chancen auch die Risiken der Digitalisierung zu erkennen, ein Bewusstsein für die Herausforderungen zu schaffen und negative Folgen durch überlegte Gestaltungsschritte vorzubeugen beziehungsweise diese abzumildern. Das bedeutet zum Beispiel:

- **Offene Fragestellungen:** Die verkehrliche Wirkung verschiedener Anwendungsfälle digitaler Technologien im Verkehr ist noch nicht ausreichend verstanden oder ausgestaltet. Die Routenführung von Navigationssystemen privater Anbieter kann beispielsweise schnell in Widerspruch zu Gemeinwohlinteressen geraten. Auch die Auswirkungen der Entwicklung hin zum autonomen Fahren, das mit einem steigenden Komfortniveau im PKW-Gebrauch einhergeht, sind hinsichtlich der Verkehrsmenge und des Verkehrsflusses noch nicht ausreichend erforscht.
- **Monopolbildung:** Breit zugängliche Datenplattformen helfen bei der Vernetzung von Informationen. Sie sollten aber nicht zu einer marktaushebelnden Abhängigkeit von nur wenigen datenorientierten privaten Technologieanbietern führen.

- **Ausgrenzung:** Rein digitale Informations- oder Buchungswege können bestimmte Personengruppen ausgrenzen. Menschen, die über körperliche Einschränkungen verfügen, oder die nicht über die notwendigen Anwendungskenntnisse oder geeigneten Geräte verfügen, können von Mobilitätsdiensten ausgeschlossen sein.
- **Datenmissbrauch:** Wenn sich Informationen zur Mobilität Personen zuordnen lassen, können Bewegungsprofile erstellt, Daten vermarktet und unerwünschte Werbedienste ausgeführt werden.
- **Cyber-Attacken:** Digital vernetzte Systeme sind anfällig für wirtschaftlich oder kriminell motivierte Angriffe auf die zugrundeliegenden Systeme. Ein hoher Aufwand zur Absicherung und Abwehr ist notwendig.

Die Auflistung zeigt: Die Chancen der Digitalisierung müssen durch verkehrspolitische Begleitung und Steuerung genutzt werden, um Technologien im Sinne nachhaltiger Mobilität einsetzen zu können. Eine Verknüpfung mit planerischen, infrastrukturellen und operativen Maßnahmen ist nötig, um die positive Wirkung der Digitalisierung zu stärken. Digitale Hinweise auf Carsharing und Nahverkehr, Radschnellwege und Mitfahrgelegenheiten, aktuelle Belegzahlen von Parken und Mitfahren, beziehungsweise Park-and-Ride-Plätzen können nur dann Handlungsänderungen bewirken, wenn diese Verkehrssysteme auch in der analogen Welt für Nutzerinnen und Nutzer sowie Betreiberinnen und Betreiber flächendeckend vorhanden sind, zuverlässig funktionieren und in jeder Hinsicht attraktiv sind. Die Information über umweltfreundliche Verkehrsmittel allein reicht nicht aus, damit diese häufiger genutzt werden. Vielmehr bedarf es passgenauer Lösungen, die den gesamten Mobilitätsbedarf der Bevölkerung in städtischen und ländlichen Räumen gleichermaßen gut abdecken.

digital@bw
Digitalisierung für Baden-Württemberg

DIGITALISIERUNGSSTRATEGIE DES LANDES

Mit der landesweiten und ressortübergreifenden Digitalisierungsstrategie *digital@bw* will die Landesregierung die Chancen der Digitalisierung nutzen sowie gleichzeitig deren Risiken erkennen und gestalten. Unter diesem Dach haben die unterschiedlichsten Landeseinrichtungen von Ministerien über Landesagenturen bis hin zu Forschungseinrichtungen bereits knapp 80 Projekte angestoßen. Die vielfältigen Maßnahmen fördern das Zusammenspiel von Mobilitätsdaten, tragen zur intelligenten Verkehrssteuerung und zur Neuausrichtung des ÖPNV bei. Sie helfen mit, die Verkehrssicherheit zu erhöhen, erproben das autonome Fahren und initiieren einen Prozess der „Co-Creation“, in dessen Rahmen Bürgerinnen und Bürger sowie unterschiedlichste Expertinnen und Experten digital basierte Mobilität mitgestalten.

BAUSTEINE UND GRUNDLAGEN DER MOBILITÄTS-DATENARCHITEKTUR IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Mobilitätsdaten sind Treiber und Rohstoff für digital gestützte Verkehrssysteme. Diese rasant und unablässig wachsende Datenmenge muss aktiv erschlossen und bewirtschaftet werden. Dabei stehen jedoch nach wie vor Hindernisse im Weg, welche die Nutzung von Mobilitätsdaten in und aus Baden-Württemberg erschweren. So sind die Datenbestände häufig unübersichtlich, für Innovatoren aus der Gründungsszene sowie der etablierten Wirtschaft und Forschung nur schwer zugänglich oder von unzureichender Qualität hinsichtlich der für die Anwendung erforderlichen Aktualität, Auflösung oder Abdeckung. Datenstandards, Qualitätsstandards, offene Daten und ineinandergreifende Informationen sind jedoch nötig, damit die Datengrundlage auch Grundlage für ein besseres Mobilitätssystem wird.

INNOVATION ECOSYSTEM FÜR NEUE MOBILITÄT

Ein Ziel der Landesregierung ist es, die bei Behörden und Landesgesellschaften verfügbaren Mobilitätsdaten stärker zu integrieren und offenzulegen: Daten sollen künftig auf Plattformen und Abholpunkten gebündelt und der Wirtschaft, Forschung und Zivilgesellschaft – wo immer dies der Gesetzgeber erlaubt – als offene Daten zugänglich sein. Dies kann ein entscheidender Beitrag zu einem „Innovation Ecosystem“ für neue Mobilität sein.

Der Aufbau von Geodateninfrastrukturen (GDI) auf verschiedenen Verwaltungsebenen (GDI-Baden-Württemberg, GDI-Deutschland, GDI-Europa (INSPIRE)) stellt eine wichtige Grundlage dar. Das Ziel ist, auch mobilitätsrelevante Geodaten verschiedenster öffentlicher und privater Stellen webbasiert und nach internationalen Normen und Standards systemübergreifend nutzbar zu machen. Das Geoportal Baden-Württemberg (www.geoportal-bw.de) dient hierbei als fachneutraler Zugangsknoten zur Geodateninfrastruktur, in dem Geodaten von jedermann gesucht, visualisiert und heruntergeladen werden können.

DATENBEREITSTELLUNGSPFLICHT

Ein wichtiger Meilenstein ist die Pflicht zur Bereitstellung von Daten nach der EU-Verordnung 2017 / 1926. Nach dieser Verordnung ist es möglich, multimodale Reiseinformationsdienste bereitzustellen. Verkehrsbehörden, Betreiber von Verkehrs- und Infrastruktur sowie Anbieter nachfrageorientierter Verkehrsangebote im öffentlichen wie privaten Bereich müssen Reise- und Verkehrsdaten und historische Verkehrsdaten aller Verkehrsträger an einen nationalen Zugangspunkt bereitstellen. Die Pflicht zur Bereitstellung dieser Daten wird in mehreren Stufen eingeführt.

Grundsätzlich erfordert eine gute Datenverfügbarkeit das Zusammenwirken über die Verwaltungsebenen hinweg. Daher ist die Verordnung eine Chance für eine verbesserte Verfügbarkeit von Daten. Der nationale Zugangspunkt für multimodale Reise- und Verkehrsdaten auf Bundesebene sollte eng mit Initiativen auf Landesebene verzahnt werden.

Die Pflicht zur Bereitstellung von Daten sollte für private und öffentliche Mobilitätsdienstanbieter präzisiert werden, da deren Daten im intermodalen Datengefüge von herausgehobener Bedeutung sind. Auch im Zuständigkeitsbereich der Kommunen fallen wichtige mobilitätsrelevante Daten an. Folglich sucht das Ministerium für Verkehr aktiv den Dialog mit den baden-württembergischen Kommunen im Sinne einer kooperativen Daten-Governance und Datenbereitstellung.

DATENSCHUTZ

Wesentlich ist der Schutz personenbezogener und sicherheitsrelevanter Daten. Rechte und Interessen von Verbraucherinnen und Verbrauchern sowie von Unternehmen müssen gewährleistet sein, das Verkehrssystem als kritische Infrastruktur muss vor gezielten Attacken geschützt werden. Es ist die zentrale Aufgabe von Politik, Verwaltung und Wirtschaft, gemeinsam einen verantwortungsvollen und ausgewogenen Weg zwischen Offenheit und Schutz zu beschreiten.

Ein solider und verlässlicher Datenschutz ist nicht zuletzt Voraussetzung dafür, dass datengestützte Systeme, Produkte und Dienstleistungen nachhaltig etabliert werden können und langfristig gesellschaftliche Akzeptanz finden. Der Datenschutz soll als Innovationsfeld begriffen und gestaltet werden, beispielsweise durch die Förderung effektiver und präventiver Ansätze im technisch-organisatorischen Bereich. Die öffentliche Hand kann die Entwicklung entsprechender Ansätze aktiv fördern, indem sie einen entsprechenden Umgang mit allen Fragen den Datenschutz betreffend pflegt und diese zum Beispiel als Querschnittsthema in Förderprogrammen zur digitalen Mobilität verankert.

AKTUELLE LANDESINITIATIVEN ZUR WEITER-ENTWICKLUNG DER MOBILITÄTSDATENARCHITEKTUR

Baden-Württemberg hat in den vergangenen Jahren verschiedene Initiativen für eine höhere Operationalisierbarkeit von Mobilitätsdaten unter Wahrung von Datenschutz und Datensicherheit umgesetzt. Zum Beispiel erprobte das Pilotprojekt *Nachhaltige Verkehrssteuerung mit integrierter Navigation in der Region Stuttgart (NAVIGAR)* das Zusammenspiel zwischen öffentlichen Verkehrsinformationen und privaten Navigationsdienstleistern.

Innerhalb des Pilotprojekts *moveBW* konnte ein multimodal ausgerichtetes, regionales Managementsystem für Verkehrsdaten im Raum Stuttgart mit darauf aufbauender App für Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer entwickelt und erprobt werden. Auf diesen Schritten aufbauend, entwickeln folgende Projekte die Mobilitätsdatenarchitektur in Baden-Württemberg gezielt weiter:

MOBIARCH BW

Mit der Förderlinie *Mobilitätsdatenarchitektur für innovative Anwendungen (MobiArch BW)* des Verkehrsministeriums soll die Grundlage für datenbasierte Innovation im Mobilitätsbereich verbessert werden. Gefördert werden Vorhaben zur Erschließung, Entwicklung und Verfügbarmachung von Mobilitätsdaten, als auch Projekte, die innovative Ideen für die Verwendung von Mobilitätsdaten ausarbeiten, die die Wahrung von Gemeinwohlinteressen verbessern. Die im Rahmen der Förderung eingereichten Ansätze sollen frühzeitig und systematisch mit relevanten Initiativen verzahnt werden.

MOBIDATA BW

Das Verkehrsministerium Baden-Württemberg setzt sich für die verkehrsträgerübergreifende Bündelung von digitalen Daten für Schiene, Straße sowie intermodal orientierte, neue Mobilitätsservices ein. Die Vision ist, einen zentralen Hub zur digitalen Mobilität in Baden-Württemberg zu entwickeln und zu etablieren, aus dem sich nicht nur Anwendungen des Landes, sondern auch schon bestehende oder neue Angebote öffentlicher oder privater Akteure speisen. Der Ansatz ist gemeinwohlorientiert, diskriminierungsfrei und am Open Data Prinzip orientiert. Einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung dieses Ziels leisten die Ergebnisse des im April 2019 in der Region Stuttgart beendeten Pilotprojekts *moveBW*. Die im Projekt entwickelten und erprobten technischen Hintergrundsysteme zum Datenmanagement wurden in den Landeseigenbetrieb bei der Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg (NVBW) überführt, mit dem Ziel, die Nutzung über die Region Stuttgart hinaus für ganz Baden-Württemberg zu ermöglichen. *MobiData BW* ist das Label und die Dachmarke für Mobilitätsdaten in Baden-Württemberg.

DIGITALISIERUNG VON ROUTINGSTRATEGIEN

Die Möglichkeit, Routingstrategien zu digitalisieren – insbesondere in Kommunen, die vom Verkehr hoch belastet sind – und diese Daten für Anschlussanwendungen beispielsweise privater Navigationsdienstleister zur Verfügung zu stellen, wird derzeit erprobt. Die NVBW verfügt über das browserbasierte Tool *Mobilitätsmanager,* das sich insbesondere an kommunale Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger richtet. Ziel ist es, die datenseitige Aufbereitung von relevanten Verkehrsleitstrategien (etwa ein an den nachhaltigen Kriterien Luftreinhaltung oder Lärmschutz orientiertes Routing) im Dialog mit Kommunen versuchsweise zu erschließen. Speziell kleinen und mittleren Kommunen, die bisher mangels Ressourcen nicht den Sprung ins digitale Verkehrsmanagement realisieren konnten, ermöglicht der *Mobilitätsmanager* im Zusammenspiel mit dem *Baustelleninformationssystem* des Landes einen Innovationsschritt.

RIDEPOOLING

Ridepooling kann ein wichtiger Bestandteil eines nachhaltigen Verkehrsangebots werden. Die dank Digitalisierung ermöglichte datenbasierte Bündelung unterschiedlicher Fahrtwünsche in dynamisch disponierten Kleinfahrzeugen hat das Potenzial, das nachhaltige Verkehrsangebot beziehungsweise den Umweltverbund zu ergänzen. Das Verkehrsministerium plant daher Projekte, die Ridepooling in Baden-Württemberg erproben und einführen – insbesondere in bislang für private Geschäftsmodelle weniger rentablen Regionen des ländlichen Raums.

FLOATING CAR DATA

Das Verkehrsministerium stellt seit 2018 Echtzeitdaten zum Verkehrsgeschehen auf den Straßen im Land (Floating Car Data) den wichtigsten Einrichtungen der Verkehrssteuerung und ausgewählten Projekten zur Verkehrsinformation zur Verfügung. Damit kann der Zustand des Verkehrs in Echtzeit und somit äußerst genau angezeigt werden.

ECHTZEITDATEN

Gleichzeitig setzt sich das Verkehrsministerium für die Verfügbarkeit und Verknüpfung von Echtzeitdaten aus dem ÖPNV ein. Damit sollen die verschiedenen Angebote des Landes zur Mobilitätsinformation besser auf die jeweils aktuelle Verkehrslage abgestimmt werden. Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger sollen in der Verkehrsplanung auf diese Daten zugreifen können.

RADWEGEDATENBANK

Mobilitätsdaten werden von Land und Kommunen genutzt zur Förderung des Radverkehrs. So sollen aktuelle Daten zur Radinfrastruktur zur Priorisierung des Infrastrukturausbaus und für ein qualifiziertes Routing genutzt werden. In der landesweiten *Radwegedatenbank,* die derzeit entwickelt wird, können neben den Landesstellen auch die Stadt- und Landkreise sowie Kommunen Daten dezentral pflegen und nutzen. Derzeit führt das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) landesweit Radwegedaten zusammen, um sie topographisch aufbereitet, insbesondere über die App *BW Map mobile* und künftig über interaktive Methoden des *Smart Mappings,* verfügbar zu machen. Sie nutzt dafür die Geobasisdaten des Verkehrs- und Wanderwegenetzes.

IT-SICHERHEIT UND AUTONOMES FAHREN

Das Projekt *IT-Sicherheit autonomes Fahren* rückt die sicherheitstechnischen Herausforderungen, die sich durch eine zunehmende Automatisierung und Vernetzung von Fahrzeugen im Straßenverkehr ergeben, in den Fokus. Es wird durch das Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration in Kooperation mit dem Landeskriminalamt sowie Einrichtungen aus Wissenschaft und Wirtschaft durchgeführt. Im Interesse der Forschung stehen die Prävention und das Erkennen von Cyberangriffen. Das Projekt identifiziert geeignete Gegenmaßnahmen und erforscht die Konsequenzen, die Cyberangriffe für die Arbeit von Strafverfolgungsbehörden und für kleine und mittlere Unternehmen haben. Die Erkenntnisse sollen im *Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg (TAF-BW)* umgesetzt werden, mit dem Ziel, das Vertrauen und die Akzeptanz der Nutzerinnen und Nutzer in das autonome Fahren zu steigern.

INTELLIGENTE VERKEHRSSTEUERUNG ZUR REDUZIERUNG VON STAUS UND EMISSIONEN

Rund 40 Prozent der Staus in Baden-Württemberg sind auf eine Überlastung der Straßen zurückzuführen, wobei Unfälle, Pannen und Baustellen zu je rund 30 Prozent Stauursache sind. Die Verkehrssituation in und um Metropolregionen wie Stuttgart oder Mannheim zeigt, dass stetig fließender Verkehr in unterschiedlicher Weise von hoher Bedeutung für Bürgerinnen und Bürger, Wirtschaft und Umwelt ist. Ziel der Landesregierung ist es, das Verkehrsmanagement weiterzuentwickeln, Verkehrsinformationen auf verschiedene Weise an die Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer heranzutragen und die vielfältigen Umwelteffekte des Verkehrs zu reduzieren. Digitale Technologien sind hierbei von zentraler Bedeutung.

DIGITALE LICHTSIGNALANLAGE

Das Verkehrsmanagement muss in der Lage sein, schnell zu agieren und sich auf das jeweilige Verkehrsaufkommen und die Umgebungssituation einzustellen. Nur so gelingt ein optimaler Verkehrsfluss, der den Verkehr effizienter macht und zur Reduktion von Emissionen beiträgt. Das Verkehrsministerium fördert deshalb intelligente Lichtsignalanlagen, deren Schaltungen Echtzeitdaten des Verkehrs berücksichtigen und die Signale auf Fahrzeugpulks abstimmen.

DIGITALE LEITTECHNIK

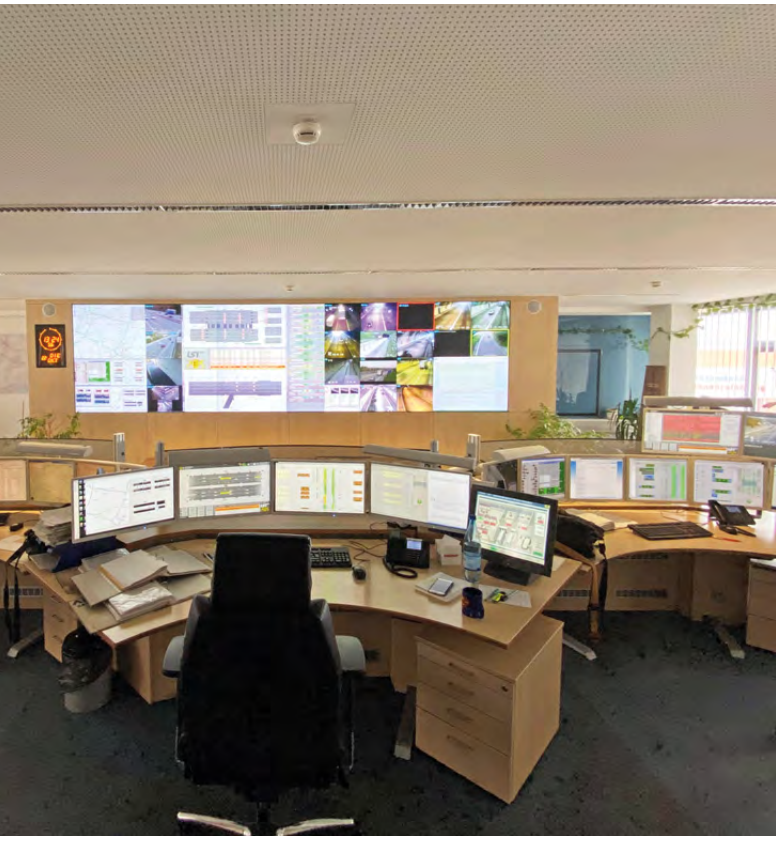
Auf den Bundesautobahnen in Baden-Württemberg kann digitale Leittechnik dazu beitragen, Verkehrsprobleme auf besonders belasteten Streckenabschnitten zu mildern. Das Verkehrsministerium plant die Übermittlung von Reisezeiten und Reiseverlustzeiten (z. B. „Mannheim + 20 min“) im Fall von Störungen über LED-Tafeln an die Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer auf allen Autobahnen, die mit Tafeln zur dynamischen Wechselwegweisung ausgerüstet sind. Dies betrifft vor allem das Autobahnviereck Walldorf-Heilbronn-Karlsruhe-Stuttgart. Zudem sollen in Baustellenbereichen Reisezeitverluste direkt an der Strecke angezeigt werden.

BAUSTELLENKOORDINIERUNGS- & -INFORMATIONSSYSTEM

Die Entwicklung eines solchen Systems hilft den Verantwortlichen, Baustellen besser aufeinander abzustimmen und gibt den Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern noch schneller zuverlässige und flächendeckende Informationen. Elemente wie ein so genanntes „Slotmanagement“ sorgen zukünftig dafür, dass Baustellen nicht in Zeiten mit hohem Verkehrsaufkommen umgesetzt werden. Funktionen zur Stauprognose sollen dazu beitragen, dass Baustellen nicht zeitgleich auch auf Umleitungs- und Ausweichstrecken durchgeführt werden. Das Land verspricht sich davon eine Entlastung der Autobahnen und des nachgeordneten Straßennetzes.

PARKRAUMMANAGEMENT

Ein Schlüsselelement für intermodale Mobilität und ein wichtiges Steuerungsinstrument für kommunales Mobilitätsmanagement ist die Bewirtschaftung des öffentlichen Parkraums. Die Einrichtung einer Parkraumbewirtschaftung stellt allerdings einen großen Aufwand dar. Ziel des Verkehrsministeriums ist es, die digitale Buchbarkeit von Parkschein und ÖPNV-Fahrscheinen zu realisieren und übersichtlich abzurechnen. Ferner soll die Information im Internet zu freien und belegten Parkplätzen verbessert werden.



STRASSENVERKEHRSZENTRALE BADEN-WÜRTTEMBERG

Alle Angaben zu Verkehrsinformationen sind über die Verkehrsinformationszentrale der Straßenbauverwaltung (Straßenverkehrszentrale BW) abrufbar (www.verkehrsinfo-bw.de sowie als App). Die Straßenverkehrszentrale BW wird sukzessive ausgebaut und um weitere Informationen und Angebote ergänzt. Ein integraler Bestandteil der Straßenverkehrszentrale BW ist die Verkehrsrechnerzentrale, in der die Überwachung und Steuerung des Verkehrsablaufs auf den Autobahnen sowie den Autobahntunneln im Land erfolgt. Mit der Neuverteilung der Aufgaben innerhalb der Straßenbauverwaltung durch die Autobahngesellschaft des Bundes GmbH steht auch die Erneuerung der Straßenverkehrszentrale an (SVZ BW neu).

ZENTRUM FÜR MOBILITÄTSFORSCHUNG

Die Weiterentwicklung der Verkehrssteuerung erfolgt im künftigen *Zentrum für Mobilitätsforschung.* Den ersten Baustein bildet das so genannte „Ambient Mobility Lab“ des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart. Das Lab dient als Smart-Mobility-Forschungseinrichtung und soll zu einem weltweiten Vorreiter bei Untersuchung, Entwurf, Entwicklung und Test eines nachhaltigen, sensitiv-adaptiven, vernetzten und intermodalen Mobilitätssystems werden, welches mit anderen städtischen Systemen der Zukunft interagiert. Die Kooperation mit dem Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA, soll um weitere Forschungslabore mit weltweit führenden Forschungseinrichtungen im Bereich Mobilität erweitert werden.

DIGITALE MOBILITÄT IM LÄNDLICHEN RAUM

Für die Landesregierung ist die Entwicklung des ländlichen Raums ein zentrales Anliegen. Digitale Mobilitätsdienstleistungen bieten die Chance, Produkte und Informationen direkt vor Ort verfügbar zu machen, um beispielsweise Wege mit dem eigenen Pkw einsparen zu können. Voraussetzung dafür sind schnelle und leistungsfähige Internetverbindungen. Ein Förderprogramm der Landesregierung unterstützt den flächendeckenden Breitbandausbau, insbesondere im ländlichen Raum. Weitere Aktivitäten ergänzen das Programm, die dazu beitragen, Mobilitätsbedürfnisse im ländlichen Raum besser zu verstehen und mehr Mobilität in der Fläche des Landes zu ermöglichen. Diese sind:

INTERMINISTERIELLE ARBEITSGRUPPE (IMA) MOBILITÄT IM LÄNDLICHEN RAUM

Die IMA hat gemeinsam mit Expertinnen und Experten bisher circa 50 Einzelprojekte der beteiligten Landesministerien aus dem Bereich Mobilität im ländlichen Raum ausgewertet. Eine Erkenntnis ist, dass Vorhaben als Pilotprojekte gut funktionieren, die Verstetigung oder Übertragbarkeit auf andere Landesteile jedoch vielerorts nicht ideal funktioniert. Die Gründe sind vielfältig, häufig liegt es jedoch an knappen Projektlaufzeiten oder begrenzten Finanzierungsmöglichkeiten. Die Digitalisierung ist ein wichtiges Werkzeug, um Informationen auch im ländlichen Raum transparent zu machen und neue Geschäftsmodelle für etablierte kommunale Aufgabenträger sowie die Privatwirtschaft zu gestalten. In einer Ideenschmiede mit Expertinnen und Experten für ländliche Räume soll unter anderem der bedarfsgenaue, digital gestützte ÖPNV als Modell für den ländlichen Raum diskutiert werden.

VERKEHRSKONZEPT NATIONALPARK SCHWARZWALD

Im Nationalpark Schwarzwald setzt das Land gemeinsam mit den ortsansässigen Kommunen ein innovatives, nachhaltiges und digital basiertes Verkehrskonzept um, mit dem Ziel, den ÖPNV zu stärken und den motorisierten Individualverkehr besser zu leiten. Das Ergebnis wird ein Verkehrskonzept für den Nationalpark sein, das die Bürgerinnen und Bürger und die Träger öffentlicher Belange in der Region mittragen. Aspekte wie der Natur- und Umweltschutz, die Vereinbarkeit der Alltags- und Wirtschaftsmobilität der Bevölkerung vor Ort mit dem Tourismus finden im Konzept besondere Berücksichtigung. Eine gezielte Lenkung der Besucherströme, gerade zu Stoßzeiten, ist wichtig.

INTEGRIERTE RAUM- UND VERKEHRSPLANUNG

Durch die digitale Zusammenführung von Daten zu Bevölkerung, Standorten und Verkehr wird es möglich, objektive Kennzahlen zur Erreichbarkeit von Standorten mit verschiedenen Verkehrsmitteln zu generieren und als Basis für eine integrierte Raum- und Verkehrsplanung im ländlichen Raum und darüber hinaus zu nutzen. Das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) führt im Rahmen der Digitalisierungsstrategie der Landesregierung ein entsprechendes Modellprojekt durch, um den in einer Vorstudie im Landkreis Calw entwickelten Ansatz in einem größeren Kontext zu erproben. So haben sich für dieses Projekt die Landkreise Tuttlingen, Sigmaringen und der Zollernalbkreis zusammengeschlossen. Bei einem erfolgreichen Projektverlauf soll das Werkzeug allen Stadt- und Landkreisen als Entscheidungshilfe für verkehrsplanerische und raumordnerische Vorhaben zugänglich gemacht werden und damit zur Erreichbarkeitssicherung vor Ort beitragen.

VERKEHRSLEITSYSTEM

In der touristisch bedeutenden Region Feldberg unterstützt das Verkehrsministerium den Aufbau eines digital basierten Verkehrsleitsystems. Berücksichtigung finden innovative Kombianzeiger, die neben ÖPNV-Abfahrtszeiten auch Skilift-Informationen und Gefahrenhinweise darstellen können. Zudem wird ein Konzept erarbeitet, um gegen wildes Parken am Straßenrand vorzugehen bei gleichzeitiger Gewährleistung der Sicherheit für Fußgängerinnen und Fußgänger als auch der verbesserten Durchfahrt für Linienbusse, Skishuttle und Räum- und Rettungsfahrzeuge.

DIGITALISIERUNG ALS BEITRAG ZUR VERKEHRSSICHERHEIT

Die Landesregierung hat sich der Vision Zero, einem Straßenverkehr ohne Getötete und Schwerverletzte, verschrieben. Zwischenzeitlich möchte die Landesregierung bis 2030 die Anzahl der Verkehrstoten ausgehend vom Jahr 2010 um 60 Prozent reduzieren. Neben baulichen Maßnahmen und der Verkehrssicherheit von Fahrzeugen ist auch die Digitalisierung eine Stellschraube, um dieses Ziel zu erreichen. Auf dem Weg zu mehr Verkehrssicherheit nutzen unter anderem folgende Projekte die Potenziale der Digitalisierung:

TAF BW

Automatisiertes Fahren kann Unfälle vermeiden. Ein automatisiertes Verkehrsgeschehen sollte es ermöglichen, menschliches Fehlverhalten als Unfallursache zu minimieren. Die dafür notwendige Technik zuverlässig und fehlerfrei zu gestalten und umzusetzen, ist Aufgabe von Forschung und Entwicklung. Insbesondere müssen komplexe Verkehrssituationen berücksichtigt werden, in denen automatisierte Fahrzeuge mit älteren Fahrzeugen ohne Assistenzsysteme oder auch mit Fahrradfahrerinnen und Fahrradfahrern und Fußgängerinnen und Fußgängern interagieren. Das vom Verkehrsministerium noch bis 2020 geförderte *Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg (TAF BW)* bietet die nötige Erprobungsumgebung (S. 25, S. 46).

TECH CENTER I-PROTECT

Die Verkehrssicherheit von Kraftfahrzeugen ist vor dem Hintergrund der Einführung neuer Technologien wie beispielsweise Assistenzsystemen und Technologien zum autonomen Fahren zukünftig ein noch wichtigeres Kriterium für die Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie als bisher. Die Entwicklung notwendiger Methoden, Algorithmen, Aktoren und Sensoren stellt eine technische Herausforderung dar, die interdisziplinär gelöst werden kann. Vor diesem Hintergrund haben die führenden Einrichtungen im Bereich Fahrzeugsicherheit, Fraunhofer-Institute Kurzzeitdynamik Ernst-Mach-Institut (EMI) und das Institut für Werkstoffmechanik (IWM), die Technischen Universitäten Dresden und Graz, die Universität Stuttgart, die Robert Bosch GmbH und die Daimler AG das *Tech Center i-protect* gegründet. Dieses wird zudem durch das Klinikum Stuttgart und die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg unterstützt.

FAHRASSISTENZSYSTEME

Fahrassistenzsysteme bieten schon jetzt einen großen Sicherheitsgewinn und die Möglichkeit, künftig wesentliche Unfallrisiken im Straßenverkehr weiter zu entschärfen. So können beispielsweise Abbiegeassistenten in Lkw dazu beitragen, schwere Unfälle während des Abbiegevorgangs nach rechts einzudämmen und die Sicherheit von Radfahrern und Fußgängern zu verbessern. Entsprechende Systeme sind bisher lediglich als kostenpflichtige Zusatzausstattung erhältlich. Eine EU-weite verbindliche Verpflichtung zum Einbau ist absehbar und eine Marktdurchdringung damit möglich. Das Verkehrsministerium fördert seit 2018 ein Modellprojekt, das die Einführung – insbesondere Nachrüstung – des Rechtsabbiegeassistenten in Lkw unterstützt und wissenschaftlich begleitet. Es wird wichtige Erkenntnisse für die Nachrüstung von Abbiegeassistenten bei Lastkraftwagen bieten. Das Projekt unterstützt der Verband Spedition und Logistik (VSL) und stellt wertvolle Erfahrungen der praktischen Umsetzung zur Verfügung.

VERKEHRSSICHERHEITSSCREENING

Das webbasierte Verkehrssicherheitsscreening bündelt für das übergeordnete Straßennetz alle für die Verkehrssicherheit relevanten Daten. Dies sind Daten zu Unfallgeschehen, Verkehrsaufkommen, Straßenzustand und Geschwindigkeitsverhalten der Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer. Zusätzlich unterstützt das Screening die Unfallkommissionen bei der Analyse der unfallbegünstigenden Umstände und bei den zu ergreifenden Maßnahmen. Für Verkehrsbehörden, Polizei und Straßenbauverwaltung stellen die thematischen Karten und Steckbriefe zur Verkehrssicherheit eine wichtige Arbeits- und Entscheidungsgrundlage dar. Zusätzlich können mit dem Verfahren die Maßnahmen zur Überwachung der Geschwindigkeit an Unfallschwerpunkten mit Blick auf Ort und Uhrzeit optimiert werden.

SCHULWEGPLANER FÜR SICHERE SCHULWEGE

Die Sicherheit der Schülerinnen und Schüler auf dem Weg zur Schule ist ein besonderes Anliegen der Landesregierung. Das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) stellt dafür einen *Schulwegplaner* als moderne Web-Lösung bereit. Damit können Kinder und Jugendliche im Unterricht gemeinsam mit Lehrerinnen und Lehrern ihre täglich gefahrenen oder gegangenen Wege zur Schule auf sehr einfache Weise am PC auf Basis des Straßen- und Wegenetzes der Landesvermessung digital erfassen und die Gefahrenstellen entlang ihres Schulweges markieren. Die erfassten Daten können für jeden Schulstandort erhoben, ausgewertet und analysiert werden. Die Ergebnisse werden den Städten und Gemeinden zur Verfügung gestellt, die die Daten bei ihren verkehrlichen Planungen und Baumaßnahmen berücksichtigen können. Damit erhalten die Gemeinden als Schulträger wertvolle Informationen, um Gefahrenstellen auf den Schulwegen systematisch zu erkennen und zu beseitigen. In enger Kooperation zwischen Schulen und Kommune entstehen so passgenaue Schulwegpläne mit einer Empfehlung für sichere Routen.

MOBILITÄTS DATEN MARKTPLATZ (MDM)

Baustellen verlangen von allen Verkehrsteilnehmenden erhöhte Aufmerksamkeit. Zu Irritationen und fehlerhaftem Verhalten kann es kommen, wenn die Verkehrsführung in Baustellen nicht von Navigationsdienstleistern übernommen wird und die Anzeigen und Ansagen der Navigationsgeräte im Fahrzeug andere Empfehlungen geben. Der sich schnell wandelnden Verkehrsführung in Baustellen trägt das Land Rechnung und wird künftig Informationen direkt über die Navigationsgeräte in Fahrzeugen an Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer übermitteln. Im Mobilitätsdatenmarktplatz Deutschland werden in Zukunft die Verkehrsführungen in Baustellen über *BIS 2.0 (Baustelleninformationssystem)* abgelegt werden. Von dort können die Informationen von den Fahrzeugherstellern bezogen werden.

DIGITAL GESTÜTZTE UNFALLAUFNAHME

Gemeinsam mit dem Innenministerium entwickelt das Verkehrsministerium eine App, die Verkehrsunfälle digital unterstützt aufnehmen kann. Arbeitsschritte, die von den Polizeistreifen am Unfallort bisher manuell durchgeführt werden, wie zum Beispiel Fotodokumentation, Aufnahme der Personalien oder Anfertigen von Vernehmungsprotokollen, können dank der App in einem System vereint werden. Dies spart Zeit und die Fahrbahnen können schneller für den Verkehr freigegeben werden.

AUTOMATISIERTES FAHREN: NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN ERPROBEN, VERKEHRLICHE WIRKUNGEN ERKENNEN

In den kommenden zehn Jahren wird das automatisierte Fahren die Veränderungen in der Fahrzeugtechnologie, im Verhalten der Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer, in der Verkehrsinfrastrukturnutzung und der Verkehrssteuerung bestimmen. Immer höhere Automatisierungsgrade können nicht nur die Verkehrssicherheit erhöhen, sondern in der richtigen Ausgestaltung auch zu einem verbesserten Verkehrsfluss führen. Außerdem können sie zur Emissionsminderung und Effizienzsteigerung in der Nutzung der Verkehrswegeinfrastruktur beitragen und den Menschen neue Freiräume und Erlebnisse ermöglichen.

In ländlichen Räumen kann automatisiertes und autonomes Fahren vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und der Ausdünnung des öffentlichen Verkehrs wichtig sein, um eine bedarfsgerechte und bürgerfreundliche Mobilität sicherzustellen und die Zukunftsfähigkeit der ländlichen Kommunen zu gewährleisten.

TESTFELD AUTONOMES FAHREN BADEN-WÜRTTEMBERG

Auf dem Weg dorthin sind jedoch erhebliche Anstrengungen im Bereich Forschung und Entwicklung notwendig. Hierbei kann Baden-Württemberg mit seinem Know-how in der Fahrzeugtechnologie, in der Informations- und Kommunikationstechnologie sowie in der Verkehrsforschung eine Vorreiterrolle einnehmen. Das vom Verkehrsministerium geförderte *Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg* in Karlsruhe, Bruchsal und Heilbronn als wegweisende Erprobungsumgebung im Realverkehr ist ein erster wichtiger Schritt. In seiner Ausgestaltungsform ist das Testfeld bundesweit einzigartig. Es ermöglicht die Erprobung von Technologien des automatisierten Fahrens auf unterschiedlichen Straßentypen von der Innenstadt bis hin zur Autobahn im tatsächlichen Verkehrsgeschehen durch Dritte.

Das Testfeld wurde am 3. Mai 2018 eröffnet und steht Forschungseinrichtungen und kleinen und mittelständischen Unternehmen gegen ein Nutzungsentgelt zu Forschungszwecken offen. Der Karlsruher Verkehrsverbund (KVV) ist Betreiber des Testfelds. Die Förderung des Landes läuft Ende 2020 aus. Eine Weiterführung kann erwartet werden, wenn sich das Testfeld eigenständig wirtschaftlich trägt.

MASSNAHMEN AUTOMATISIERTES FAHREN

Eine Leitlinie des Verkehrsministeriums ist, das Investitionen in Forschung und Entwicklung so eingesetzt werden, dass neuartige Technologie zu einer modernen und nachhaltigen Mobilität beiträgt. Mit Blick auf das automatisierte Fahren gilt es, die erwarteten Effekte in einer größeren Tiefe und Breite zu untersuchen, um insbesondere quantitative Erkenntnisse über die verkehrlichen Auswirkungen zu erhalten. Folgende Projekte unterstützt das Verkehrsministerium:

REALLABOR BUS

Automatisiertes Fahren soll künftig auch im Bereich des straßengebundenen ÖPNV möglich sein. Das Verkehrsministerium unterstützt entsprechende Projekte, die den Betrieb unter Realbedingungen testen. Geplant ist ein *Reallabor für den automatisierten Betrieb von Bussen* unterschiedlicher Größe, die in der Stadt und auf dem Land, mit und ohne Fahrgastbetrieb unterwegs sind. Die Projekte sollen an das Testfeld in Karlsruhe, Bruchsal und Heilbronn anknüpfen. Das Land sieht einen Förderzeitraum von 2020 bis 2023 vor. Auch verschiedene Betriebsformen, wie die heute üblichen Betriebe über ein System von Haltestellen und ein neuartiger Tür-zu-Tür-Betrieb sollen innerhalb des Projekts zur Erprobung kommen.

DIAMANT

Mit dem Entwicklungsvorhaben *DiaMANT* der Stadt Ludwigsburg *(Dialog für automatisierte, vernetzte und elektrische Mobilitäts-Anwendungen, Nutzerinteressen, Technik)* fördert das Verkehrsministerium den automatisierten städtischen Busverkehr seit 2018. Ein Schwerpunkt des Projektes ist der Dialog mit den heutigen und künftigen Nutzenden sowie Hauptbeteiligten wie Bürger, Verbandsvertretungen, Busunternehmer/innen und Gemeinderäte/innen. Eine Roadshow und Befragungen im Land vertiefen Aspekte des autonomen Fahrens im Dialog mit Bürgerinnen und Bürgern und Fachleuten. Ein weiterer Schwerpunkt ist ein erstmaliger Test mit und ohne Fahrgäste in einem kleinen Bus-Shuttle mit Geschwindigkeiten über 20 km/h auf einer zusätzlichen kurzen Linie auf einer öffentlichen Straße in Ludwigsburg.

UNTERSUCHUNGEN VERKEHRLICHE WIRKUNG UND UMWELTEFFEKTE

Das Ministerium für Verkehr plant eine Reihe von Untersuchungen zu den bislang deutschlandweit nur wenig erforschten verkehrlichen Wirkungen und Umwelteffekten des automatisierten Fahrens. Im Fokus stehen die Verkehrssicherheit (S. 23 ff.), aber auch Aspekte wie Kapazitäten von Infrastrukturen, Verlagerungen von Wegen, Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistungen auf andere Verkehrsträger, die Veränderung von Reisezeiten sowie von Emissionen, die Akzeptanz durch Nutzer und Betreiber, Finanzierungsbedarfe und Finanzierungswege.

SMART MOBILITY

Das Förderprogramm *SMART Mobility* richtet sich an Forschungsinstitute der Hochschulen im Land. Denn für die flächendeckende Einführung des automatisierten und vernetzten Fahrens sind zahlreiche grundlegende und auch anwendungsorientierte Fragen bezüglich der Kommunikation und Interaktion zwischen dem autonomen Fahrzeug und seiner Umwelt zu lösen. Auch die Potenziale und Risiken, z. B. für Ballungsräume und ländliche Gebiete, sowie Fragen zur Verkehrssicherheit, zur Verkehrssteuerung und zur Akzeptanz müssen untersucht werden. Das Forschungsprogramm *Smart Mobility* trägt wesentlich dazu bei, die Innovationsfähigkeit des Standorts Baden-Württemberg zu sichern. Es ist ein Programm in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Wissenschaft und Kunst. Fünf ausgewählte Projekte laufen seit Ende 2018.

TECH CENTER A-DRIVE

Bereits heute gibt es Assistenzsysteme, die Fahrzeuge teilautomatisiert steuern (bspw. beim Einparken oder im Stau). Allerdings ist nach wie vor eine Fahrerin oder ein Fahrer gefordert und trägt die Verantwortung. Eine Funktionsfähigkeit rund um die Uhr (also auch bei Nacht und Schlechtwetter) ist zurzeit technisch nicht möglich. Auch ist die Funktionsfähigkeit in beliebigen Fahrumgebungen (auf Landstraßen, in der Stadt) aktuell nicht als Serienstand möglich. An diesen Punkten setzen die Forschungsarbeiten des Projekts *Tech Center a-drive* an, das führende Wissenschaftspartner in Baden-Württemberg in einem Kompetenzverbund unter Federführung der Universität Ulm zusammenbringt. Aktuell ist die Daimler AG als Partner am *Tech Center a-drive* beteiligt. Ziel ist es, bevorzugt Unternehmen und speziell kleine und mittlere Unternehmen und Start-ups aus Baden-Württemberg entsprechend der Projektgegebenheiten einzubinden.

PROFILREGION MOBILITÄTSSYSTEME KARLSRUHE

Die *Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe* bringt Fragestellungen zum autonomen Fahren in eine breitere gesellschaftliche Perspektive. Das Projekt vertieft die Vernetzung technischer, soziotechnischer und gesellschaftlicher Kompetenzen eines Verbundes von in der Region ansässigen Akteuren, die zukunftsfähige Mobilität erforschen und umsetzen sowie ihre Verbreitung fördern. Die strategische Ausrichtung der Forschung dieses von Wirtschaftsministerium und Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst im Zeitraum 2016 bis 2020 mit fünf Millionen Euro geförderten Leistungszentrums zielt auf die Forschungsfelder Verkehr und Gesellschaft, Digitalisierung sowie Fahrzeuge und Umwelt. Querschnittsprojekte werden in drei Bereichen verfolgt: Zuverlässigkeit bei autonomer vernetzter Mobilität, Sicherheit und Akzeptanz im urbanen Verkehrssystem und Energieeffizienz und Emissionsminimierung im Verkehr.

USE-CASE FLUGHAFENVORFELD

Die Entwicklung des autonomen Fahrens bietet vielfältige Chancen für den Sonderfahrzeugbau. Gerade der Sicherheitsgewinn durch autonomes Fahren ist für hochspezialisierte Einsatzzwecke ein deutlicher Zugewinn. Ein Beispiel hierfür ist der *Use-Case Flughafenvorfeld,* da es im Abfertigungsbetrieb immer wieder zu Unfällen mit geparkten Flugzeugen kommt. Zudem ergeben sich durch autonome Zugmaschinen pro Fahrzeug und Jahr Einsparpotenziale im hohen fünfstelligen Bereich. Das Wirtschaftsministerium fördert das Forschungsvorhaben *Potenzialanalyse und Konzeption des Einsatzes innovativer Technologien an der Schnittstelle zwischen Fahrzeug, Infrastruktur und zugrundeliegenden Prozessketten auf dem Vorfeld des Flughafens Stuttgart.*

SATELLITENPOSITIONIERUNGSDIENST SAPOS® IN BADEN-WÜRTTEMBERG

„High Definition Maps“, die sich durch eine hohe Dichte verkehrsrelevanter Informationen in höchster Genauigkeit auszeichnen, sind eine elementare Grundlage für das autonome Fahren der Zukunft. Der satellitengestützte Positionierungsdienst SAPOS® der deutschen Landesvermessung, der in Baden-Württemberg vom LGL betrieben wird, erlaubt in Echtzeit die hochpräzise Positionierung von Fahrzeugen und Maschinen mit Zentimetergenauigkeit – ausgehend von den globalen Satellitennavigationssystemen GPS, GLONASS und Galileo. SAPOS® kann damit zur Herstellung von High Definition Maps bis hin zur individuellen Steuerung von Objekten eingesetzt werden. Die (teil-) autonome Steuerung von Landmaschinen im Bereich des Precision Farmings wurde 2019 in einem Modellprojekt erfolgreich erprobt. SAPOS® wurde am 29. März 2020 vom MLR für jedermann freigeschaltet.

DIGITALE INNOVATION IN DER FAHRZEUG-ENTWICKLUNG UND IM FAHRZEUGBAU

Auch im Bereich der Fahrzeugentwicklung und dem Fahrzeugbau verfügt die Digitalisierung über ein großes Innovationspotenzial. Eine gezielte Förderung des Einsatzes digitaler Technologien in diesen Bereichen wirkt sich jenseits standortpolitischer Effekte auch im Verkehrssektor aus. Dank Digitalisierung verbesserte Bedingungen bei Produktion und Entwicklung beschleunigen den Markthochlauf nachhaltiger Fahrzeugkonzepte und tragen so zu einer sicheren und ressourcenschonenden Mobilität bei. Folgende Aktivitäten des Wirtschaftsministeriums zielen auf dieses Innovationspotenzial ab:

ZERO-EMISSION CARGO BIKE FOR SMART CITIES

Das Wirtschaftsministerium fördert das Forschungsvorhaben *Zero-Emission Cargo Bike for Smart Cities - vernetztes / digitalisiertes emissionsfreies Lastenrad für die Städte der Zukunft.* Das Projekt entwickelt ein vernetztes und digitalisiertes, rein elektrisches und somit emissionsfreies Lastenradkonzept für den städtischen Gebrauch. Im Rahmen des Projekts wird das Lastenradkonzept in neuartigen Geschäftsmodellen in den Anwendungsfeldern Sharing, Lieferdienste, Betriebshöfe, Werksverkehre und Paketzusteller / Kuriere erprobt. Neben der vernetzten und kommunikationsfähigen Steuerung entwickeln die Projektpartner eine effiziente, schnellladefähige Batterie für Zweiräder, die im Rahmen des neuartigen Lastenradkonzepts zur Anwendung kommt. Projektpartner sind das DLR Institut für Fahrzeugkonzepte in Stuttgart und die Universität Ulm. Weitere Industriepartner sind in das Vorhaben eingebunden.

ZENTRUM FÜR DIGITALISIERTE BATTERIEPRODUKTION

Die Elektromobilität leistet einen wesentlichen Beitrag auf dem Weg hin zu einer nachhaltigen Mobilität. Herzstück des Elektrofahrzeuges ist die Traktionsbatterie. Im Wettbewerb um die Technologieführerschaft in der Batterieproduktion wird die Erforschung von zukünftigen hochflexiblen Produktionstechnologien für die Batteriefertigung, insbesondere die Batteriezellenfertigung, eine entscheidende Rolle spielen. Dazu ist eine Überführung der zukunftsfähigen Batterietechnologien in die Serienproduktion notwendig. Da durch stetige Weiterentwicklung der Batteriematerialien noch nicht absehbar ist, welche Systeme sich durchsetzen werden, muss eine zukunftsfähige Fertigung hochflexibel durch Industrie 4.0-Technologien gestaltet werden. Das Wirtschaftsministerium fördert daher den Aufbau eines *Zentrums für digitalisierte Batterieproduktion* am Fraunhofer-Institut für Produktions- und Automatisierungstechnik (IPA) in Stuttgart mit dem Ziel, in Baden-Württemberg die Entwicklung von hochflexiblen Serien-Produktionsverfahren für unterschiedliche Batterietechnologien zu etablieren.

DIGITALES TICKETING IM ÖPNV: AUF DEM WEG ZUM LANDESWEITEN E-TICKET UND E-TARIF

Digitale Vertriebskanäle im öffentlichen Verkehr sind die Vertriebskanäle der Zukunft. Ein landesweit verfügbares und nutzbares E-Ticket-System für Bus und Bahn, in dem der *bw-Tarif* und alle Verbundtarife integriert sind, ist deshalb ein vorrangiges Projekt zur Verbesserung der digitalen Infrastruktur. Mehrere Verkehrsverbünde in Baden-Württemberg verfügen bereits heute über ein individuelles E-Ticket-System oder planen, ein solches System aufzubauen. Allerdings basieren diese E-Ticket-Systeme auf unterschiedlichen Technologien. So gibt es neben E-Tickets mit Barcode auch auf Chip gespeicherte E-Tickets oder In-Out-Verfahren, bei denen Fahrstrecken und -preise über eine An- bzw. Abmeldungsfunktion oder automatische Identifizierung an Start und Ziel ermittelt werden.

Wegen ihrer technologischen Unterschiede sind diese Systeme Insellösungen, die häufig nur innerhalb des jeweiligen Verbunds nutzbar sind. In Verbindung mit der Einführung des landesweit geltenden bw-Tarifs besteht nun jedoch die Möglichkeit, ein innovatives E-Ticket-System für Bus und Bahn landeseinheitlich einzurichten. Dazu wird in einem ersten Schritt die bereits bestehende digitale Vertriebsinfrastruktur in Baden-Württemberg koordiniert weiterentwickelt und zu einem landesweiten E-Ticket-System zusammengeführt. In einem zweiten Schritt lassen sich auf Basis dieses landesweiten E-Ticket-Systems innovative und steuernde Preisbildungs- und Tarifkonzepte entwickeln (E-Tarife), die den öffentlichen Verkehr in vielerlei Hinsicht verbessern. Neue Tarifprodukte mit attraktiven Anreizsystemen bieten dem öffentlichen Verkehr die Möglichkeit, weitere Fahrgäste und Marktanteile zu gewinnen.

Zugangshemmnisse können, auch über Verbundgrenzen hinweg, durch ein einfaches Check-in-Check-out-System im jeweiligen öffentlichen Verkehrsmittel abgebaut werden, das an eine automatische Bestpreisabrechnung geknüpft ist. Die Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer bekommen von der Kurzstrecke bis zum Dauerticket vom System jeweils das für sie vorteilhafteste Ticket ausgestellt, so dass Tarifkenntnisse nicht mehr nötig sind. Folgende Maßnahmen werden für die Einführung des landesweiten E-Ticket-Systems ergriffen:

- Eine funktionierende Prüftechnik ist Voraussetzung für ein landesweites E-Ticket-System. Somit ist die Erweiterung der technologischen Basis zur Prüfung die Voraussetzung für ein landesweites System, da alle Formen des E-Tickets durch alle Verbünde in Baden-Württemberg kontrollierbar sein müssen. Hier setzt das im Jahr 2016 gestartete Projekt *LETS go!* an. *LETS go!* prüft die Machbarkeit eines landesweit verfügbaren E-Ticket-Systems für Bus und Bahn, erarbeitet einen Umsetzungsplan und begleitet den Einstieg in den Aufbau einer landesweiten Kontrollinfrastruktur. Erste Schritte sind bereits gegangen. Mit der Prüf-App *bw tarif CHECK* steht eine solche flächendeckende Kontrollinfrastruktur seit November 2018 bereit. Die App kann ganz einfach auf Smartphones installiert werden.
- Bis Dezember 2021 soll die Kontrollinfrastruktur vollständig ausgebaut sein. Alle rund 11.000 elektronischen Verkaufsgeräte in Bussen und Bahnen in Baden-Württemberg werden dann gemäß des im Projekt *LETS go!* entwickelten Umsetzungsplans in der Lage sein, alle Formen des E-Tickets zu kontrollieren.

Bis Dezember 2020 werden die Grundlagen für die Einführung von E-Tarifen in Verbindung mit dem landesweiten E-Ticket-System entwickelt. Gleichzeitig werden innovative Konzepte zur Steuerung von Preisbildung und Tarif erarbeitet, die nach dem Aufbau der Kontrollinfrastruktur am Markt eingeführt werden.

U15 Hedelfingen
13 06
4119

NACHFRAGEORIENTIERT DEN ÖPNV STÄRKEN: AUTOMATISIERTE FAHRGASTZÄHLSYSTEME

Automatisierte Fahrgastzählsysteme (AFZS) ermöglichen die wirtschaftliche, automatische und regelmäßige Erhebung der Nachfrage im ÖPNV. Die Daten geben Auskunft darüber, wie Verkehrsmodelle genutzt werden und helfen, das ÖPNV-Angebot nachfrageorientiert zu gestalten. Gleichzeitig sind die von den AFZS generierten Daten zur Nachfrage wichtig für die Einnahmeaufteilungsverfahren (EAV) innerhalb der Verkehrsverbünde.

Im Zuge der Neugestaltung der EAV in den Verbünden zeigt sich, dass eine nachfragebasierte EAV zukünftig die beste Grundlage darstellt, um diese Anforderungen zu erfüllen. Um die Verkehrsnachfrage und abgeleitet davon die Einnahmeansprüche der Verkehrsunternehmen aus Fahrscheinentgelten diskriminierungsfrei und dynamisch (jährlich) zu erheben, sind AFZS oder höherwertige Systeme mit weiteren Funktionen (z. B. Be-In / Be-Out-Systeme) eine wirtschaftliche Lösung. Dabei bestehen AFZS aus Erfassungs-, Speicher- und Übertragungsinfrastrukturen, welche in den Fahrzeugen installiert werden. Zugleich bedarf es eines Hintergrundsystems, welches bei Bedarf die Disponierung der mit AFZS ausgestatteten Fahrzeuge vornimmt und die erfassten Daten speichert und auswertet.

Mittelfristig ist eine Berücksichtigung von AFZS-Daten in den Echtzeit-Fahrgastinformationssystemen denkbar, beispielsweise um die Auslastung von Fahrzeugen genauer darzustellen. Das Land ergreift eine Reihe von Maßnahmen, um die Einführung von AFZS zu befördern:

AFZS ALS FESTE ANFORDERUNG

Das Land hat im Rahmen der SPNV-Ausschreibungen AFZS als feste Anforderung an die Verkehrsunternehmen definiert. Alle Neufahrzeuge im SPNV sind demzufolge mit AFZS auszustatten. Die Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) müssen sicherstellen, dass die Zählsysteme permanent funktionsfähig sind und der Anteil der verwertbaren Messfahrten mindestens 70 Prozent beträgt. Zudem müssen durch die EVU methodische Standards für eine anforderungsgerechte Datenqualität hinsichtlich Erhebungs- und Stichprobendesign, Stichprobenumfang, Hochrechnung, Befragungs- und Auswertungsprogramm sowie der Feldorganisation eingehalten werden.

EINHEITLICHER ANFORDERUNGSKATALOG

Die Anforderungen an die von AFZS zu liefernden Daten unterscheiden sich aktuell je nach Aufgabenträger, Verbund oder Vertrag. Dies führt zu doppeltem Aufwand und höheren Kosten. Daher arbeiten Land, Aufgabenträger und Verbünde aktuell an der Vorbereitung eines einheitlichen Anforderungskatalogs für AFZS in Baden-Württemberg. Dieser soll zukünftig als Referenz für alle AFZS-Systeme im Land dienen, um die Anzahl an Schnittstellen zu verringern und die Vergleichbarkeit der Zahlen zu verbessern.

FINANZIELLE UNTERSTÜTZUNG

Die Einführung von automatisierten Fahrgastzählsystemen bedeutet eine erhebliche Investition, welche die Verkehrsunternehmen bislang nicht eingeplant haben. Das Land unterstützt deshalb die Verkehrsunternehmen und fördert AFZS mit einer Investitionsförderung von neun Millionen Euro über sechs Jahre hinweg sowie zusätzlich mit der Förderung von Betriebskosten von bis zu drei Millionen pro Jahr.

HINTERGRUNDSYSTEME

Um die Disposition und Speicherung der Daten aus AFZS zu erleichtern, wird das Land die Erstellung von Hintergrundsystemen unterstützen. Wichtige Anliegen sind, dass die im Land installierten AFZS die technischen Standards der VDV-Schrift 457 einhalten, sie einheitlich zertifiziert und die Daten zur Nutzung in Verkehrsmodellen landesweit bereitgestellt werden. Die Details zur Einrichtung der Hintergrundsysteme, insbesondere deren dezentraler oder zentraler Aufbau sowie die erforderlichen Schnittstellen zum Datenaustausch mit dem Land, werden im Dialog mit den Verkehrsverbünden und -unternehmen erarbeitet.

ECHTZEIT-FAHRGASTINFORMATIONEN IM ÖPNV AUSBAUEN

Die im Jahr 2016 bundesweit gestartete Roadmap der Initiative *Digitale Vernetzung im Öffentlichen Personenverkehr* benennt den Zugang zu konsistenten und verlässlichen Informationen als zentralen Baustein der Digitalisierung der Mobilität. Auf der Verkehrsministerkonferenz im Herbst 2018 stellte der Arbeitskreis ÖPNV seinen Bericht zur Roadmap vor. Der Bericht unterstreicht, wie wichtig es ist, Standards und eine definierte Datenqualität zu etablieren und einzuhalten, um Fahrgastinformationssysteme kundenfreundlich zu gestalten.

Der Arbeitskreis ÖPNV sieht Handlungsbedarf hinsichtlich einheitlicher Standards im Ticketing und insbesondere bei der hohen Datenqualität für barrierefreie Verbindungsauskünfte. Hier empfiehlt der Arbeitskreis, den gesamten ÖPNV inklusive der multimodalen Anbieter einzubeziehen. Um die Qualität der Echtzeitdaten zu verbessern, schlägt der Arbeitskreis Mustervereinbarungen zwischen den Aufgabenträgern und den Verbünden und Verkehrsunternehmen vor, sowie die Verankerung von Standards in der Finanzierung des ÖPNV.

Dabei wird der Aufbau und die Ertüchtigung von Anlaufstellen zum Thema Digitalisierung im ÖPNV von den Bundesländern als wichtige Voraussetzung angesehen.

Neue rechtliche Anforderungen wie die Delegierte Verordnung (EU) 2017/1926 erfordern darüber hinaus die Bereitstellung von Mobilitätsdaten als Open Data. Baden-Württemberg hat eine Reihe von Maßnahmen zur Verbesserung und zur verbesserten Bereitstellung der Echtzeit-Fahrgastinformationen im ÖPNV angestoßen:

DELFI

Baden-Württemberg bringt sich aktiv in die Diskussions- und Entscheidungsprozesse zur Weiterentwicklung der Datenbereitstellung im Rahmen des Vereins zur Förderung einer durchgängigen elektronischen Fahrgastinformation (DELFI) auf Bundesebene ein. Insbesondere unterstützt das Land aktuelle Überlegungen, auch routingfähige Echtzeitdaten bundesweit zwischen den Datendrehscheiben auszutauschen. Das Ziel ist eine möglichst flächendeckende Verfügbarkeit und Bereitstellung von Echtzeit-Informationen für die Fahrgäste des ÖPNV.

EFA BW

Die Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg (NVBW) betreibt bereits heute die regionale Datendrehscheibe für Fahrplandaten im Land. Hierzu zählt auch die Bereitstellung der Daten über die *elektronische Fahrplanauskunft (EFA)* im Web sowie als App. Die NVBW fungiert so als landesweite Anlaufstelle für ÖPNV-Daten sowohl für die Verbünde und Verkehrsunternehmen als auch für Endnutzer. Diese Funktion wird mit zusätzlichen finanziellen Mitteln und technischem Personal weiter ausgebaut. Zudem wird der Dialog zwischen NVBW und Verkehrsverbünden vertieft, um Innovationen in den Echtzeit-Fahrplanauskünften der Verbünde auch landesweit übertragbar zu machen und die Einbindung weiterer Verkehrsträger in die elektronische Fahrplanauskunft zu erreichen.

ROADMAP BARRIEREFREIHEIT

Die Roadmap zur Auskunft barrierefreier Reiseketten des Vereins DELFI sieht eine verbesserte Erfassung von Haltestellen mit Blick auf ihre Barrierefreiheit vor. Künftig sollen in den Fahrgastinformationssystemen Informationen zu barrierefreien Wegen bereitgestellt werden. Der Aufwand ist erheblich, alle Haltestellen im Land einheitlich zu erfassen und die Daten regelmäßig zu aktualisieren. Das Land unterstützt die Roadmap und stellt für ihre Umsetzung finanzielle Mittel in Höhe von drei Millionen Euro bereit. Die Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg wird ein Programm zur Verfügung stellen, mit dem die Aufgabenträger Haltestellen einheitlich und mit geringem Aufwand kostenfrei erfassen können.

Das Land hat in die seit dem 1. Januar 2019 geltenden Verbundverträge die Anforderung an die Verbünde aufgenommen, Soll-Fahrplandaten für die Nutzung als Open Data freizugeben. Die NVBW kann nun Dritten die entsprechenden Fahrplandaten zur Nutzung zur Verfügung stellen. Die technische Umsetzung ist abgeschlossen, sodass die Fahrplandaten auch als landesweit integrierter Datensatz im Format GTFS verfügbar sind. Baden-Württemberg unterstützt zudem den Prozess zur Umsetzung der Delegierten Verordnung (EU) 2017 / 1926 zur Bereitstellung von Open Data über den Mobilitätsdaten Marktplatz (MDM) auf Bundesebene. Zur Gewährleistung einer einheitlichen Umsetzung der Richtlinie in Deutschland hält das Land weitergehende Verwaltungsvorschriften durch den Bund für erforderlich. Darüber hinaus begrüßt das Land die Planungen des Vereins DELFI, auch Ist-Fahrplandaten (Prognosedaten) über Schnittstellen verfügbar zu machen. Außerdem erachtet Baden-Württemberg die bundesweite Bereitstellung historischer Ist-Fahrplandaten als Open Data für sinnvoll.

DIGITALISIERUNG DER SCHIENE: ELEKTRONISCHE ZUGSTEUERUNG UND AUTOMATISIERTES FAHREN

Anfang 2018 hat die Deutsche Bahn AG (DB AG) das Programm *Digitale Schiene Deutschland* vorgestellt. Damit soll das gesamte deutsche Streckennetz bis zum Jahr 2040 mit neuer Leit- und Sicherungstechnik (ETCS – European Train Control System) und digitalen Stellwerken (DSTW) ausgestattet werden. Das Ziel ist eine Kapazitätssteigerung des Schienennetzes von bis zu 20 Prozent mit positiven Effekten auf die Betriebsqualität und Pünktlichkeit im Gesamtnetz. Zudem könnte das Angebot ausgeweitet werden.

Das Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (BMVI) hat entschieden, dass die ETCS / DSTW-Systeme bundesweit umgesetzt werden sollen. Das BMVI sieht zudem eine Fahrzeugförderung vor. Die Systeme werden im Rahmen eines Pilotprojekts in der Region Stuttgart eingeführt und getestet. Das Landeskabinett hat am 22. Januar 2019 die Beteiligung Baden-Württembergs an dem Pilotvorhaben zur elektronischen Zugsteuerung und digitalen Stellwerken in Verbindung mit dem automatisierten Fahren mit Triebfahrzeugführern (ATO GoA 2) beschlossen.

Um die verkehrspolitischen Zielsetzungen Mobilitätssicherung, Luftreinhaltung, Klimaschutz und Staubekämpfung zu erreichen, muss in der Region Stuttgart die Qualität im Schienenbereich deutlich gesteigert und die Kapazitäten ausgebaut werden. Eine Ausweitung des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) sowie der S-Bahn-Stammstrecke unter der Stuttgarter Innenstadt scheidet aufgrund baulicher Einschränkungen weitgehend aus. Eine Lösung könnte eine engere Taktung der Verkehre sein, um die notwendigen Kapazitäten zu erreichen.

Die derzeit in der Realisierung befindliche Erneuerung des Bahnknotens Stuttgart durch das Projekt *Stuttgart 21* eröffnet Chancen für einen attraktiven Nah- und Fernverkehr. Der ohnehin vorgesehene Neubau eines vollständigen Bahnknotens und der in diesem Zusammenhang erforderliche Umbau der Leit- und Sicherungstechnik der Stuttgarter S-Bahn-Stammstrecke schaffen ergänzend zu den bisherigen Planungen des Projekts *Stuttgart 21* die einmalige Möglichkeit für den Einsatz von ETCS (European Train Control System) und DSTW (digitale Stellwerke). Im engeren Knoten Stuttgart soll das ETCS / DSTW-Pilotprojekt bis Ende 2025 mit der Inbetriebnahme von Stuttgart 21 umgesetzt werden. In einem weiteren Schritt sollen bis 2030 die Netzbezirke Stuttgart und Plochingen bis zu den Linienendpunkten der S-Bahn ausgerüstet werden.

CHANCEN FÜR UNTERNEHMEN UND START-UPS

Der Technologie- und Strukturwandel hin zu einer nachhaltigen und intelligenten Mobilität zwingt die konventionelle Automobilindustrie zum Umdenken. Vor allem das breite Netzwerk der kleinen und mittleren Unternehmen der Zuliefererbranche mit ihrem hohen Spezialisierungsgrad ist betroffen. Das Wirtschaftsministerium unterstützt mit der *Mittelstandsoffensive Mobilität (MoM)* gezielt kleine und mittlere Unternehmen im Land beim Transformationsprozess der Automobilwirtschaft. Die MoM umfasst ein Paket aus zielgerichteten Maßnahmen und Initiativen zur Stärkung der Innovationskraft kleiner und mittlerer Unternehmen. Im Einzelnen sind dies ein Innovationsgutschein *Hightech Mobilität,* ein Technologietransferprogramm *Innovative Mobilitätstechnologien* und Maßnahmen zur Intensivierung von Netzwerken, zur Förderung des Fachkräftenachwuchses und zur Unterstützung der Internationalisierung.

Um kleine und mittlere Unternehmen gezielt unterstützen zu können, stellt das Wirtschaftsministerium *Innovationsgutscheine* bereit. Das Programm unterstützt Mittelständler bei der Planung, Entwicklung, Umsetzung und Weiterentwicklung von innovativen Produkten, Dienstleistungen oder Produktionsverfahren. Zur gezielten Förderung von Start-ups wurde das Programm um den Innovationsgutschein *Hightech Start-up* erweitert. Der Gutschein richtet sich an Hightech-Start-ups bis maximal fünf Jahre nach ihrer Gründung und fördert innovative Vorhaben aus den Wachstumsfeldern der Zukunft. 2017 wurde das Programm um die Innovationsgutscheine *Hightech Digital* und *Hightech Mobilität* ergänzt. Die Gutscheine unterstützen etablierte Unternehmen bei der Entwicklung und Realisierung anspruchsvoller digitaler Produkte und Dienstleistungen sowie neuer Mobilitätslösungen.

QUALIFIZIERUNG UND KOMPETENZAUFBAU IN DER AUTOMOBILWIRTSCHAFT

Um den Transformationsprozess, in dem sich der Mittelstand befindet, zu unterstützen und dessen Position in dem sich verändernden Wertschöpfungssystem der Automobilwirtschaft zu stärken, soll ein Transformationszentrum, die *New Mobility Akademie (NMA),* aufgebaut werden. Die *New Mobility Akademie* soll zu den Themen Elektromobilität, Fahrzeugautomatisierung und Vernetzung beraten. Ziel ist ein modular aufgebautes, transferorientiertes und praxisrelevantes Schulungskonzept. Die Umsetzung der NMA erfolgt in Kooperation mit der e-mobil BW, dem Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) und dem Institut für Produktionstechnik (IPA) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Zukünftige Entwicklungen im Marketing – bedingt durch Digitalisierung und Elektrifizierung – stellen Handel und Werkstätten vor große Herausforderungen. Durch Smart Data und Konnektivität ergeben sich neue Geschäftsmodelle, etwa im Kontext von Service 4.0 oder „Predictive Maintenance“. Während heutige margenträchtige Dienstleistungen rückläufig sind, verstärkt sich bei zunehmend verdichteter und integrierter Bauweise der Trend von Reparaturdienstleistungen hin zu Austauschprozessen und Additiver Fertigung.

Die Differenzierung der Antriebstechnologien führt zu einer zunehmend komplexen Variantenvielfalt. Für Werkstätten steigt deshalb der Bedarf nach zielgerichteter Qualifizierung etwa im Bereich Digitalisierung, Elektronik und Software sowie nach entsprechender Ausrüstung wie etwa Anwendungen für „Augmented Reality“, um die technologische Varianz beherrschbar zu machen. Im Rahmen des *Strategiedialogs Automobilwirtschaft* wird das Wirtschaftsministerium eine Zukunftswerkstatt 4.0 aufbauen. Ziel ist unter anderem die Ableitung beziehungsweise Entwicklung von zukünftigen Qualifikationsmaßnahmen. Durch eine auf die skizzierten Herausforderungen ausgerichtete Zukunftswerkstatt wird ein Raum geschaffen, in dem Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kfz-Werkstätten im Land über die zukünftigen Technologien und Geschäftsmodelle informiert werden und diese in einem realen Werkstattumfeld live erleben können.

DIGITALE MOBILITÄT – FÜR UND MIT KOMMUNEN ERSCHLIESSEN

Kommunen sind eine Schlüsselstelle für die digitale Mobilität der Zukunft. Neue wirtschaftlich, sozial und ökologisch vielversprechende Entwicklungen benötigen eine sichere, qualitativ hochwertige und eindeutig definierte Verkehrsdateninfrastruktur, die nur in Zusammenarbeit mit den Kommunen erfolgreich aufgebaut werden kann. Das Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration unterstützt gezielt die Verwaltungen von Städten, Gemeinden und Landkreisen in Baden-Württemberg, um digitale Technologien und Daten für ein intelligentes Verkehrsmanagement in ihrem Gemeinwesen nutzbar zu machen. Konkret lassen sich vier Maßnahmen nennen:

STÄDTE UND GEMEINDEN 4.0 – FUTURE COMMUNITIES

Mit dem Programm *Städte und Gemeinden 4.0 - Future Communities* fördert das Innen- und Digitalisierungsministerium kommunale Digitalisierungsprojekte in der Breite. Insgesamt wurden seit 2017 rund 3 Mio. Euro für 172 Vorhaben bereitgestellt, darunter auch solche, bei denen im Schwerpunkt das Thema digitale Mobilität bearbeitet wurde. Beispiele sind *City-Apps* mit Informationen zum ÖPNV, Lösungen zur effizienteren Parkraumbewirtschaftung oder auch Projekte zur Erfassung des Straßenzustands mittels Künstlicher Intelligenz.

DIGITALE ZUKUNFTS-KOMMUNE@BW

Im Zuge des Ideenwettbewerbs *Digitale Zukunftskommune@bw* werden vier urbane Vorreiterkommunen und ein Landkreis-Verbund bei der digitalen Vernetzung zentraler Sektoren wie Gesundheit, Energie, aber insbesondere auch Mobilität, gefördert. Mithilfe von IT-Plattformen sollen Daten unter anderem aus der Bürgerschaft, der Verwaltung und Wirtschaft aggregiert und zu neuen digitalen Anwendungen und Geschäftsmodellen verarbeitet werden. Zudem wurden etwa 50 weitere Kommunen ausgewählt, die als digitale Neulinge bei der Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie unterstützt werden. Über eine Begleitforschung wird sichergestellt, dass sich die Kommunen im Land vernetzen, über die Projekte austauschen und die Erkenntnisse in die Fläche getragen werden.

INKOMO 4.0

Innerhalb des Strategiedialogs Automobilwirtschaft ist die digitale Mobilität auf Ebene der Kommunen und ihrer Verwaltungen ebenfalls Thema. In dem durch das Innen- und Digitalisierungsministerium betreuten Themenfeld Digitalisierung leistet das Projekt *InKoMo 4.0* einen Beitrag dazu, die Rahmenbedingungen für Innovationspartnerschaften zwischen Kommunen und Mobilitätswirtschaft zu verbessern. Ziel ist es, Kooperationen im Land zu initiieren, damit digitale Mobilitätskonzepte in Baden-Württemberg entwickelt und umgesetzt werden. Dazu bietet eine beim Städtetag Baden-Württemberg angesiedelte Geschäftsstelle konkrete Beratungs- und Netzwerkangebote an. Flankiert werden diese Maßnahmen von einem Förderprogramm, das gezielt digitale Mobilitätsprojekte mit dem Potenzial, eine wirtschaftlich kritische Masse an Nutzerinnen und Nutzern im Land zu erreichen, unterstützt. Damit wird digitale Mobilität in den Kommunen vor Ort erlebbar, die Attraktivität des Mobilitätsstandorts Baden-Württemberg erhöht, die Unternehmen vor Ort werden gestärkt und zukunftsfähige Arbeitsplätze geschaffen.

ECO FLEET SERVICES

Anknüpfungspunkte in den Kommunalverwaltungen weist auch das vom Wirtschaftsministerium mit einer Million Euro geförderte Projekt *Eco Fleet Services* (Laufzeit 2017 bis 2021) auf. Ziel ist die Erforschung, Entwicklung und Erprobung eines offenen Mobilitätsmarktplatzes für die betriebliche Mobilität. Der Mobilitätsmarktplatz soll Akteure befähigen, ihre Mobilität unter Berücksichtigung interner und externer Optionen nachhaltig und dynamisch zu planen und durchzuführen. Neben der IT-Lösung eines offenen Mobilitätsmarktplatzes wird als weiteres wichtiges Lösungselement ein Reifegradmodell entwickelt und erprobt, anhand dessen Betriebe ihr Mobilitätsmanagement bewerten, Verbesserungspotenziale finden und Maßnahmen planen können. Dabei sollen Kommunen im Fokus stehen, bei denen Betriebe mit hohem Mobilitätsaufkommen angesiedelt sind und die als öffentliches Unternehmen eine Vorbild- und Katalysatorfunktion haben. Projektpartner sind das Fraunhofer Kompetenzzentrum für energetische und informationstechnische Mobilitätsschnittstellen (KEIM), die Hochschule Esslingen, die Universität Hohenheim und die Stadt Heidelberg.

NEUE KOOPERATIONSFORMEN FÜR EINE DIGITAL-GESTÜTZTE VERKEHRSWENDE

Digitale Mobilität kann den Alltag von Bürgerinnen und Bürgern erheblich verändern. Im Zuge einer digitalen Verkehrswende muss deshalb der Austausch innerhalb der Gesellschaft gestärkt werden, um herauszufinden, wie neuartige Mobilitätskonzepte angenommen werden. Die Ergebnisse bereiten eine spätere erfolgreiche Skalierung in der Fläche vor. Das Förderinstrument der Reallabore des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) hat das Ziel, den Austausch zu unterstützen.

REALLABOR SCHORNDORF

Im europaweit einmaligen Forschungsprojekt *Reallabor Schorndorf - Zukunftsweisender ÖV - Bürgerorientierte Optimierung der Leistungsfähigkeit, Effizienz und Attraktivität im Nahverkehr* stand ein auf die Bedürfnisse der Einwohnerinnen und Einwohner zugeschnittenes Bedarfsbussystem im Mittelpunkt. Unter enger Einbindung der Bürgerschaft entwickelte und erprobte das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ein digitales Bedienkonzept, welches auf mehr als 200 Ein- und Ausstiegspunkte in Schorndorf ausgerichtet war – flexibel, am Bedarf orientiert und ohne feste Haltestellen. Für die Nutzerinnen und Nutzer bedeutete dies kürzere Fußwege und neue Direktverbindungen. Eine wegweisende Lösung für den öffentlichen Verkehr, die bestehende Verkehrsoptionen ergänzt und miteinander verknüpft. Nach drei Jahren endete das Reallabor im Januar 2019.

FUTURE CITY LAB STUTTGART

In dem an der Universität Stuttgart realisierten *Future City Lab Stuttgart: Reallabor für nachhaltige Mobilitätskultur* dient der unmittelbare Bezugsraum von Universität, Stadt und Region als reales Handlungsfeld, konkreter Laborraum und experimentelle Plattform für die Erforschung und Entwicklung nachhaltiger Mobilitätsvisionen und -praktiken. Dabei werden Akteure der Zivilgesellschaft als „Mitforscher" in den Prozess des Wissenserwerbs, der Generierung von Forschungsdaten und Entwicklung von Szenarien und Pilotprojekten eingebunden.

REALLABOR BUGA:LOG

Das auf dem Gelände der Bundesgartenschau 2019 neu entstandene Stadtquartier Neckarbogen in Heilbronn dient im Rahmen des Reallabors *BUGA:log als Testfeld für innovative Logistiklösungen und deren gesellschaftliche Akzeptanz.* Auf dem Gelände der Bundesgartenschau 2019 wurde ein System autonomer (d.h. fahrerloser) Transporteinheiten in Form kleiner, nicht spurgeführter Elektrofahrzeuge implementiert. Erforscht werden dabei die grundsätzliche Eignung derartiger Systeme für die urbane Nahversorgung und die besonderen Herausforderungen, die sich aus möglichen Vorbehalten in der Bevölkerung gegenüber diesen Systemen ergeben.

KOMPETENZEN VERNETZEN, IDEEN UMSETZEN

Vernetzung ist wesentlich, um den Innovationsprozess, den Digitalisierung im Bereich von Mobilität darstellt, klug zu steuern. Foren für den Wissensaustausch, über Fach- und Ressortgrenzen hinweg, sind grundlegend, um die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten der Digitalisierung weiterentwickeln und Pilotprojekte in eine breite Anwendung überführen zu können. Foren sind gleichzeitig ideal, um neue Ideen zu reflektieren und auszuprobieren. Die in dieser Broschüre genannten Projekte und Maßnahmen, die die Digitalisierung im Bereich Mobilität vorantreiben, benötigen die Beteiligung und Begleitung von Expertinnen und Experten verschiedener Fachrichtungen. Das Verkehrsministerium hat dies mit dem Open Innovation Program *Ideenschmiede digitale Mobilität* sichergestellt. Das Ziel des mittlerweile beendeten Programms war es, einen Impuls zu geben für den Beginn der Mobilitätswende und den Dialog darüber in Politik und Gesellschaft anzustoßen. Die Ideenschmiede gliederte sich in drei Bausteine, die von der Idee über Pilotprojekte bis hin zur realen Umsetzung eine Innovationskette bildeten. Am Ende entstanden konkrete Szenarien von digitaler Mobilität, die die Politik im anstehenden Umsetzungsprozess unterstützt.

THINK TANK

Ein Think Tank für die digitale Mobilität der Zukunft vernetzte 22 Mobilitätsexpertinnen und Mobilitätsexperten aus öffentlicher Verkehrssteuerung, Wirtschaft, Forschung und Zivilgesellschaft. Mit dem Ziel, Empfehlungen für die Verkehrspolitik des Landes zu entwickeln und konkrete Impulse für künftige Investitionen und Förderaktivitäten zu setzen, nahm diese Denkfabrik im Oktober 2017 ihre Arbeit auf. Neben technologischen Aspekten und neuen Organisationsformen für urbane Mobilität war auch die Mobilität im ländlichen Raum ein wesentliches Betätigungsfeld. Die Mitglieder formulierten unter anderem die These, dass die öffentliche Hand als neutraler und gemeinwohlorientierter Akteur in der Datenhaltung zum urbanen Mobilitätsgeschehen gefragt sei und leiteten hiervon ausgehend Überlegungen zur Aufgabenteilung im Rahmen von Public-Private-Partnerships ab. Weitere Empfehlungen des Think Tanks bezogen sich auf die Schaffung von Experimentierräumen und laborähnlichen Entwicklungsformaten für neue Mobilität und darauf, mittels digital gestützter Mobilitätsservices Randgebiete zu bedienen und Angebote außerhalb der Kernzeiten zu schaffen. Ridesharing oder auch neuartige Angebote im ÖPNV können hier als Beispiele genannt werden. Das Ziel war, Anreize aber auch Verpflichtungen zu schaffen, so dass Anbieter auch in privatwirtschaftlich wenig ertragreichen Regionen oder Randzeiten Mobilitätsangebote machen. Förderaktivitäten des Landes bilden hierzu ein mögliches Regulativ.

DIGITAL MOBILITY HACK BW

Als Teil der Ideenschmiede führte das Verkehrsministerium 2018 in Stuttgart den *Digital Mobility Hack BW* durch. Im Rahmen dieses Events zur kollaborativen Softwareentwicklung bekamen Programmiererinnen und Programmierer, Entrepreneure und interessierte Querdenkerinnen und Querdenker die Möglichkeit, frei von Lastenheften und Denkverboten anhand von vielversprechenden Mobilitätsdaten Prototypen zu entwickeln, die Mobilität nachvollziehbar verbessern. So entstand unter anderem der Prototyp eines persönlichen Reiseassistenten auf Basis eines Chatbots sowie eine ultraschallbasierte Anwendung, die das Nutzererlebnis in U- und S-Bahnen steigern kann. Den ersten Platz beim *Digital Mobility Hack* sicherte sich eine Anwendung zur datenbasierten Kombination von Mitfahrgelegenheiten und klassischem ÖPNV mit dem Ziel, die ineffiziente Auslastung des PKW-Verkehrs zu verbessern.

MOBILITÄTSSTIPENDIUM BW

Den dritten Bestandteil der Ideenschmiede digitale Mobilität bildete das *Mobilitätsstipendium BW,* das Innovatoren für einen begrenzten Zeitraum bei der Realisierung und Entwicklung von umsetzungsfähigen Ideen für zukünftige digitale Mobilitätslösungen unterstützte. Elf Teams aus jungen Innovatoren wurden im Rahmen des Stipendienprogramm durch das Verkehrsministerium drei Monate lang mit bis zu 15.000 Euro bei der Umsetzung ihrer Idee unterstützt. Aus dem Mobilitätsstipendium resultierten zahlreiche Folgeaktivitäten in Form von geförderten Anschlussprojekten und sich entwickelnden Firmengründungen. Im Rahmen des Stipendiums wurde unter anderem eine Lösung gefördert, mit deren Hilfe kommunale Straßenbauverantwortliche kostengünstig per Smartphone in kommuneneigenen Fahrzeugen den Straßenzustand erfassen können. Ein weiteres exemplarisches Projekt entwickelte ein White Label Bikesharing System nach dem „Do it yourself"-Prinzip, das Organisationen der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft einen einfachen Einstieg ins Bikesharing zum Beispiel für Beschäftigte ermöglicht. Die Idee hierzu entstand bereits während des Digital Mobility Hack. Auch weitere Projekte des Stipendiums gingen auf den Hackathon zurück und bewiesen, wie durchgängig die einzelnen Bausteine der Ideenschmiede waren.

FAZIT UND AUSBLICK

In Baden-Württemberg geschieht bereits viel, um die technologischen Innovationen in eine zukunftsorientierte, nachhaltige Mobilität zu überführen. Die zahlreichen Projekte zur digital basierten Mobilität zeigen den Facettenreichtum der sich entfaltenden Transformation.

Die Vielzahl an Maßnahmen, die umgesetzten Projekte und die zahlreichen Gespräche mit Partnern in Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft lassen Herausforderungen erkennen, die zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen. Diese sind:

- Pilotartige Projekte sind in einem chancen- und risikobehafteten Prozess wie der Digitalisierung der richtige Weg, um Neues zu testen und Sichtbarkeit zu erzeugen. Bei der Weiterentwicklung der begonnenen Aktivitäten muss die langfristige Nutzbarkeit verstärkt in den Fokus rücken. Abgeschlossene Projekte wie beispielsweise das *Testfeld Autonomes Fahren BW* oder *moveBW* haben an den Übergängen vom Pilot- zum Dauerbetrieb Erkenntnisse erbracht, die auch in anderen Maßnahmen genutzt werden sollen.
- Akteurinnen und Akteure sowie Nutzerinnen und Nutzer agieren hoch individuell. Dies haben alle Projekte gezeigt. Daher müssen abseits aller technischen Herausforderungen neue Wege bei Organisationsformen und Betreiberkonzepten identifiziert und erprobt werden. Stabilität und Innovationskraft, Wirtschaftlichkeit und Gemeinwohlorientierung sind Zielvorstellungen, die abgewogen und zusammengeführt werden müssen. Für eine sinnvoll gestaltete digitale Mobilität kommt es auf das richtige Zusammenwirken von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft an.
- Digitale Insellösungen innerhalb Baden-Württembergs und im deutschlandweiten und internationalen Vergleich gilt es zu vermeiden. Vielmehr ist ein frühzeitiger Austausch über Best Practices und anvisierte Dauerlösungen erforderlich – mit anderen Bundesländer, dem Bund und den europäischen Institutionen sowie grenzübergreifend.

Die Projekte des Landes zum Thema *Digitale Mobilität* decken in ihrer Gesamtheit die Vielfalt der Bedingungen, denen Mobilität in Baden-Württemberg unterliegt, ab. Sie bringen sowohl für urbane als auch ländliche Räume grundlegende Ergebnisse. Wesentlich für den Erfolg der Projekte sind unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen, Individuen und Institutionen, die Mobilitätsfragen und mit ihnen einhergehende Herausforderungen mit jeweils eigenen Zielstellungen begegnen. Diese gilt es auch weiterhin in die Projektgestaltung zu integrieren.

Abschließend kann gesagt werden, dass die umgesetzten Maßnahmen bereits jetzt vielfach einen unmittelbaren Effekt auf die Mobilität der Bürgerinnen und Bürger haben, einige aber auch auf mittel- bis langfristige Innovationen abzielen.

IMPRESSUM

MINISTERIUM FÜR VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG

Pressestelle
Dorotheenstraße 8 · 70173 Stuttgart
www.vm.baden-wuerttemberg.de

STAND

Juni 2020

SATZ UND REALISATION

twist Consulting · Inhaber Uli Korn
www.lets-twist.de

BILDNACHWEISE

Titel © Faber14, envato.com
S. 3, S. 11, S. 16 unten, S. 17 unten, S. 19, S. 20 oben, S. 44 © Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, S. 14 oben © Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Valentin Marquardt
S. 18 oben © VRZ Baden-Württemberg
S. 23 oben © Fraunhofer EMI
S. 27 unten © Technische Akademie für berufliche Bildung Schwäbisch Gmünd e. V., oben © ARTIS, Ulli Deck
S. 48 unten © Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
S. 49 unten © Bundesgartenschau Heilbronn 2019 GmbH

S. 6 © Tatjana Balzer, S. 9 © Cifotart, S. 10 © 123dartist, S. 12 © macrovector, S. 13 oben © eyetronic, S. 13 unten © dusanpetkovic1, S. 14 unten © Elnur, S. 15 © kichigin19, S. 16 oben © Felix Busse Phtgrphy, S. 17 oben © RAM, S. 18 unten © vegefox.com, S. 20 unten © ARochau, S. 21 oben © Andrey Popov, S. 21 unten © lagom, S. 22 © thodonal, S. 23 unten © zapp2photo, S. 25 oben © S-Kobold, S. 25 unten © sgonin, S. 26 © Olivier Le Moal, S. 28 oben © Thaut Images, S. 28 unten © folienfeuer, S. 30 oben © hunterbliss, S. 30 unten © Peter Atkins, S. 31 © vadimborkin, S. 32 © zephyr_p, S. 34 © hunterbliss, S. 35 © hunterbliss, S. 36 oben © connel_design, S. 36 unten © lightpoet, S. 37 © Tierney, S. 38 © blende11-photo, S. 39 oben © sdecoret, S. 39 unten © gradt, S. 40 © connel_design, S. 41 © gfgruppe, S. 42 © tomertu, S. 43 © Gorodenkoff, S. 45 oben © Peter Atkins, S. 45 unten © mrmohock, S. 46 © phonlamaiphoto, S. 47 © Manuel Schönfeld, S. 49 oben © milanmarkovic78, S. 51 oben © NDABCREATIVITY, S. 51 unten © zapp2photo, S. 52 © michelangeloop, S. 53 © Simon, S. 55 © j-mel, alle stock.adobe.com; S. 48 oben © Maxim Lupascu, 123rf.com

Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR