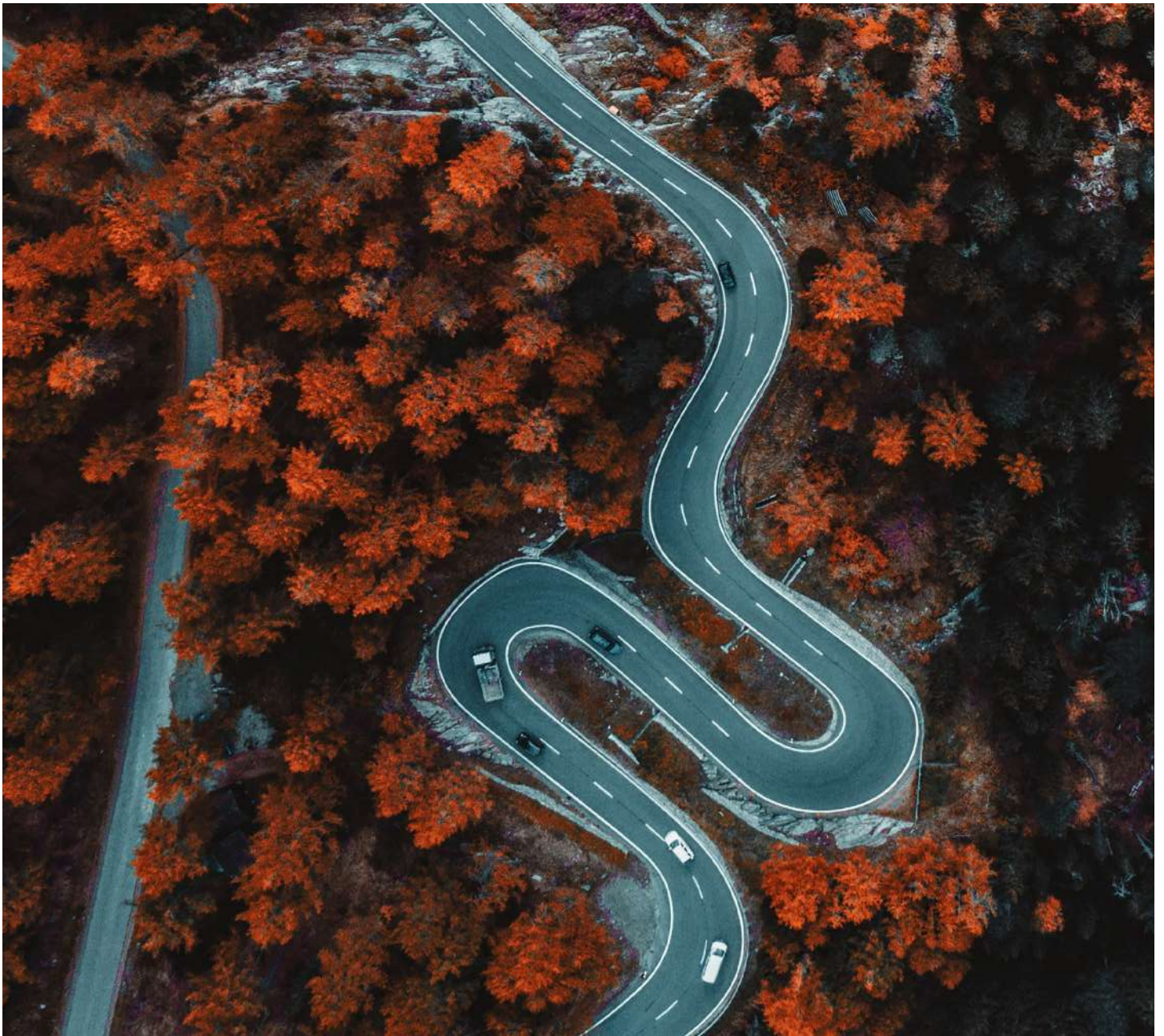


Roadmap für die Automobilität der Zukunft

Grundstein einer Innovationspartnerschaft





Vorbemerkung

Diese Roadmap soll Unternehmen, Wissenschaft und Politik bei der Auswahl von strategischen Themen zur Förderung von Forschung und Innovation für die Transformation der Automobilität behilflich sein. Im Anschluss an eine thematische und innovationspolitische Einleitung fächert sie sich in sieben Handlungsfelder auf und benennt für jedes davon mehrere Forschungsgebiete und stellt diese in den Kontext von Zielen. Zudem zeigt sie konkrete Themenfelder für Forschungs- und Innovationsaktivitäten auf, die auf einer Zeitskala verortet und im Anhang jeweils mit kurzen Steckbriefen hinterlegt werden. Anhand einer Bewertung von Wichtigkeit und Vordringlichkeit werden aus den Themen schließlich zwölf konkrete Empfehlungen für die Forschungsförderung abgeleitet und in den Kontext aktueller Politikfelder gestellt. Diese Roadmap wurde Ende 2020 in einer Workshop-Reihe erarbeitet, an der die in der Strategiegruppe FIF der FAT im VDA zusammengeschlossenen Unternehmen sowie die Wissenschaft beteiligt waren. Sie legt damit den Grundstein einer nationalen Innovationspartnerschaft im Bereich der Transformation der Automobilität nach dem Vorbild der Partnerschaften in den Forschungsrahmenprogrammen der Europäischen Union.

Inhaltsverzeichnis

1. Wie sieht die Zukunft der Automobilität aus?	7	7. Sieben Handlungsfelder für Forschung und Innovation	13
2. Wozu eine Roadmap?	8	8. Die Handlungsfelder und ihre Themen	14
3. Öffentliche Förderung von Forschung und Innovation gewinnt an Bedeutung	9	9. Empfehlungen für die nationale Forschungsförderung	28
4. Die Forschungs- und Innovationsthemen berühren viele Politikfelder	10	10. Empfehlungen für die europäische Abstimmung	30
5. Die Missionen und Partnerschaften der EU sind Best Practice	11	11. Themensteckbriefe	31
6. Eine nationale Innovationspartnerschaft zur Transformation der Automobilität	12		

1. Wie sieht die Zukunft der Automobilität aus?

Diese Roadmap beschreibt themenübergreifend und langfristig den bevorstehenden Wandel der Automobilität. Sie zeigt auf, welcher Bedarf an vorwettbewerblicher Forschung und Innovation künftig zu erwarten ist. Dazu werden die relevanten Forschungsgebiete in sieben verschiedenen Handlungsfeldern betrachtet, die jeweiligen Entwicklungsziele beschrieben und die zu deren Erreichung erforderlichen Innovationsschritte identifiziert. Zudem wird ein Katalog von Schwerpunkten der Förderung von Forschung und Innovation aufgestellt. Damit wird deutlich, welche wichtige Rolle die öffentliche Hand dabei spielen kann, die Transformation der Automobilität zu beschleunigen, Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, Digitalisierung zu forcieren und Wertschöpfung am Standort Deutschland und in Europa zu sichern. Zugleich wird mit dieser Roadmap der Grundstein für die Einrichtung einer nationalen Innovationspartnerschaft der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie mit Wissenschaft und Politik gelegt. Außerdem werden Hinweise für eine effiziente Abstimmung der nationalen mit der europäischen Förderpolitik gegeben.

Diese Roadmap wurde Ende 2020 von den Unternehmen der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie gemeinsam mit Universitäten und Forschungseinrichtungen erarbeitet. Sie soll in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden. Die Strategieguppe Forschungs-, Innovations- und Förderpolitik (FIF) der Forschungsvereinigung Automobiltechnik (FAT) im VDA sieht sich hierfür verantwortlich.

2. Wozu eine Roadmap?

Individuelle Kundenerwartungen und gesellschaftliche Ziele bedingen einen fundamentalen Wandel der Erwartungshaltung gegenüber dem Fahrzeug, seinen Systemen und seiner Verwendung. Nachhaltigkeit, Sicherheit und gesellschaftliche Teilhabe spielen dabei ebenso eine Rolle wie der Schutz von Technologiesouveränität und Wettbewerbsfähigkeit: Ein Automobil bleibt zwar auch künftig ein starker Ausdruck von Individualität, jedoch wird dessen individueller Besitz zunehmend um eine geteilte Mitnutzung ergänzt. Das Fahrzeug wird dabei emissionsfrei und hochautomatisiert sein und effektiv in die Netze für Energie, Daten und Verkehr eingebettet werden.

Es wird verschiedenen, auch ganz neuen, privaten wie beruflichen Mobilitätszwecken dienen und angesichts von neuen Geschäfts- und Betriebsmodellen im Hinblick auf die Total-Cost-of-Ownership optimiert werden. Hard- und Software und der Zugriff auf Daten in der Cloud verleihen dem Fahrzeug künftig zudem die nötige Intelligenz für den sicheren, effizienten und vorausschauenden, adaptiven Betrieb. Ergänzend dazu wird eine umsichtiger Planung von Verkehr und Logistik in Stadt und Land individuelle Mobilitätsbedürfnisse mit kollektiven Erwartungen der Bürger an die gerechte Nutzung von Flächen und Ressourcen in neuen Produkten und Dienstleistungen miteinander in Einklang bringen.

Dieser Wandel der Automobilität spiegelt sich in einer Reihe von zum Teil disruptiven Innovationen in der Technik und der Systemlösungen wider. Das umfasst naheliegende Entwicklungen wie die Struktur- und Gewichtsoptimierung im Fahrzeugbau oder die Nutzung von Synergien von Automatisierung und Elektrifizierung. Aber auch künftige Liefer- und Schwarmroboter für die urbane Logistik oder den

Übergang von 2D- zu 3D-Mobilität mit Liefer- und Taxidrohnen.

Es sind jedoch noch erhebliche Fortschritte erforderlich, um den ambitionierten und teilweise miteinander konkurrierenden Ansprüchen an die Automobilität der Zukunft gerecht zu werden. In den sieben Handlungsfeldern der Roadmap stellen sich diese Anforderungen wie folgt dar:

- Antrieb und Fahrzeug: Energieeffizienz, Emissionsfreiheit, Modularität, Ergonomie, Komfort
- Energieträger und Speicher: Kapazität, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Robustheit, Altersbeständigkeit
- Automatisiertes und vernetztes Fahren: Autonomie, Ausfallsicherheit, Intelligenz, Integration
- Produktion: Produktivität, Wandlungsfähigkeit, Kreislaufwirtschaft, Standardisierung
- Werkstoffe und Material: Robustheit, Gewichtseinsparung, Ressourcenschonung, Kosteneffizienz
- Infrastruktur: Verfügbarkeit, Resilienz
- Mobilität und Logistik: Interoperabilität, Intermodalität, Flexibilität, Hygiene, Akzeptanz

3. Öffentliche Förderung von Forschung und Innovation gewinnt an Bedeutung

Förderung von Forschung und Innovation durch die öffentliche Hand geschieht im Allgemeinen, um solche Innovationsschritte zu ermöglichen, die einerseits einen Mehrwert für die Wirtschaft und Gesellschaft versprechen, andererseits für die beteiligten Unternehmen selbst aber so risikoreich sind, dass sie gerne vermieden werden und ein Marktversagen zu befürchten ist. Bei großen Herausforderungen, die mit Krisen wie der COVID-19-Pandemie oder besonders ambitionierten Zielen wie zum Beispiel den Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen einhergehen, reicht das Wirken der öffentlichen Hand noch weiter: Unternehmen werden dabei oft kurzfristige Anpassungen zur Sicherung von Wertschöpfung und Beschäftigung und zugleich eine mittel- bis langfristige Transformation ihres Handelns abverlangt. Dies ist ein erhebliches Dilemma, das von den Unternehmen alleine nicht gelöst werden kann, sondern eine begleitende Unterstützung durch die Politik erfordert. Mit der Wirtschaft partnerschaftlich abgestimmte, an gemeinsamen Zielen orientierte und zeitlich auf einander abgestimmte Fördermaßnahmen haben sich dabei in der Vergangenheit als effizientes Instrument der strategischen Innovationsplanung erwiesen. Diese Maßnahmen erlauben es der Politik, eine „Mission“ zu verfolgen, und gewähren der Industrie zugleich die nötige Planungssicherheit. Eine aktive Rolle der öffentlichen Hand ist auch für den erfolgreichen Wandel der Automobilität unabdingbar. Diese erlaubt ein großes Potential an Mehrwert für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Zugleich sind die erforderlichen Produkte, Dienstleistungen und Produktionsprozesse mit hohen Innovationssprüngen verbunden, die spezielle Rahmenbedingungen und Infrastrukturen erfordern, Wertschöpfungsprozesse verändern und daher für die Unternehmen risiko-

behaftet sind. Ohne öffentliche Förderung besteht die Gefahr, dass Chancen verpasst werden und die starke Position der deutschen Automobilindustrie im internationalen Wettbewerb in Gefahr gerät.

4. Die Forschungs- und Innovationsthemen berühren viele Politikfelder

Die Förderung von Forschung und Innovation in der Automobilität obliegt in Deutschland im Wesentlichen dem Bund und entfällt dort auf die Bundesministerien für Bildung und Forschung, Wirtschaft und Energie, Verkehr und digitale Infrastruktur sowie Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Anders als beispielsweise in Österreich, wo fast alle relevanten Zuständigkeiten bei einem Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie vereint sind, erfordert ein koordiniertes Vorgehen der Forschungsförderung in Deutschland eine Abstimmung über Ressortgrenzen hinweg, da viele Forschungs- und Innovationsthemen mehrere Politikfelder berühren. Das ist in der Vergangenheit im Ansatz gelungen, zum Beispiel bei der Förderung von Forschung und Innovation der Elektromobilität und des automatisierten Fahrens. Die Aufteilung der Zuständigkeiten für die Förderung zwischen den Ressorts orientiert sich üblicherweise an einer Wertschöpfungslogik: Von der Entwicklung der Schlüsseltechnologien über die systemische Integration ins Fahrzeug und den Aufbau der damit verbundenen Wertschöpfungsstrukturen bis zur Erprobung und Demonstration im Verkehr und zu Fragen der nachhaltigen Entwicklung. Eine strategische Begleitung durch die Industrie, die die jeweiligen Förderthemen entlang der gesamten Wertschöpfungskette betrachtet, kann dabei helfen, Anschlussfähigkeit und Komplementarität herzustellen und eventuelle Lücken in der Förderung zu vermeiden. Dies ist der Nationalen Plattform Elektromobilität in der Vergangenheit ressortübergreifend sehr gut gelungen.

5. Die Missionen und Partnerschaften der EU sind Best Practice

Die Förderung von Forschung und Innovation ist nicht nur eine nationale, sondern auch eine europäische Aufgabe. Das 2021 neu gestartete, siebenjährige Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union, Horizon Europe, betrachtet den gesamten Forschungs- und Innovationskreislauf. Es bindet zudem Bürgerinnen und Bürger in die Innovationsplanung ein und stellt den Mehrwert von Forschung und Innovation für die Gesellschaft heraus. Hierbei werden die so genannten „Missionen“ eine wichtige Rolle spielen. Fünf davon wurden bereits definiert, darunter eine Mission zum Thema „Climate-neutral and smart cities“, die auch Fragen der Mobilität berührt. Darüber hinaus wird im Themenfeld Klima, Energie und Mobilität eine Reihe verschiedener Partnerschaften von Wirtschaft, Forschung und öffentlicher Hand, sowohl der Europäischen Union als auch der Mitgliedsstaaten, eine wichtige Rolle bei der Planung und Umsetzung der Fördermittelausschreibungen spielen. Diese Partnerschaften sind ein zunehmend wichtiges Element der europäischen Forschungsförderung. Etwa 40 Prozent des Budgets in Horizon Europe wird darin festgelegt werden, insbesondere für Themen mit hoher innovationspolitischer Bedeutung. In Bezug auf den Wandel der Automobilität werden in Horizon Europe zwei spezifische Partnerschaften umgesetzt, Connected, Cooperative and Automated Mobility (CCAM) und Towards Zero Emission Road Transport (2ZERO). Beides sind sogenannte Co-Programmed Partnerships, die entlang einer Roadmap eine enge Abstimmung zwischen Industrie, Wissenschaft und Politik über gemeinsame Ziele, Prioritäten und Instrumente der Förderpolitik vorsehen und damit Planungssicherheit ermöglichen. Das Instrument der Co-Programmed Partnerships ist

aus Sicht der Automobilindustrie besonders geeignet, weil es schlank und flexibel ist und den von Dynamik und Vielfalt geprägten Wertschöpfungsstrukturen in der Automobilität Rechnung trägt.

6. Eine nationale Innovationspartnerschaft zur Transformation der Automobilität

Mit dieser vorliegenden Roadmap wird der Grundstein für die Einrichtung einer nationalen Innovationspartnerschaft zur Transformation der Automobilität und ihrer Schlüsseltechnologien geschaffen, die sich am Vorbild der auf europäischer Ebene agierenden Partnerschaften orientiert, wie es die Strategiegruppe FIF der FAT kürzlich vorgeschlagen hat. Diese Partnerschaft zielt auf die strategische Förderung von Forschung und Innovation ab und lädt Unternehmen, Wissenschaft und Politik in Deutschland ein zu einer engen, partnerschaftlichen und sektorübergreifenden Abstimmung über gemeinsame Ziele, Prioritäten und Instrumente der Förderpolitik, sowohl national wie auch europäisch. Dies bietet die Möglichkeit, Ziele, Inhalte und Budgets der Forschungs- und Innovationsförderung anhand der Roadmap im direkten Dialog zwischen den Beteiligten abzustimmen. Damit würde die koordinierte Zusammenarbeit von Unternehmen, Wissenschaft und Politik entlang der Wertschöpfungsketten und in Ökosystemen gefestigt. Zudem stellt diese Zusammenarbeit eine Klammer bereit für die Aktivitäten von Innovationsclustern wie Testfeldern, Reallaboren und Sandboxes, die deren Wirkung erhöht, insbesondere auch für kleine und mittelständische Unternehmen. Zugleich können damit auf europäischer Ebene Initiativen für neue Missionen im Rahmen von Horizon Europe oder weitere Important Projects of Common European Interest (IPCEI) ergriffen werden.

7. Sieben Handlungsfelder für Forschung und Innovation

Diese Roadmap stellt ein strategisches Argumentationsgefüge dar, das für sieben Handlungsfelder Forschungsgebiete benennt, in den Kontext von Zielen stellt und diese in konkrete Themenfelder für Forschungs- und Innovationsaktivitäten auffächert, die auf der Zeitskala verortet werden. Hieraus können auf einen Blick die zu einem bestimmten Zeitpunkt bestehenden Forschungs- und Entwicklungsbedarfe entnommen, miteinander in Beziehung gesetzt und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Forschungsförderung bewertet werden. Die Roadmap besteht dazu aus drei hierarchischen Ebenen: Handlungsfelder, Forschungsgebiete und Technologiefelder. Im folgenden Abschnitt werden die Handlungsfelder jeweils kurz mit Forschungsgebieten und Zielen charakterisiert und dann mit einer spezifischen Technologieroadmap hinterlegt. Es handelt sich dabei um folgende sieben Handlungsfelder (Kasten rechts).

Die in den Roadmaps der Handlungsfelder angeführten Technologiefelder werden im Anhang des Dokuments als kurze Themensteckbriefe beschrieben. Dabei werden Herausforderungen und Schritte in der Technologiereife benannt und Bezüge zum Fördergeschehen hergestellt.

1 Antrieb und Fahrzeug

2 Energieträger und Speichertechnik

3 Automatisiertes Fahren und Vernetzung

4 Produktion

5 Werkstoffe und Materialien

6 Infrastruktur

7 Mobilitäts- und Logistikkonzepte

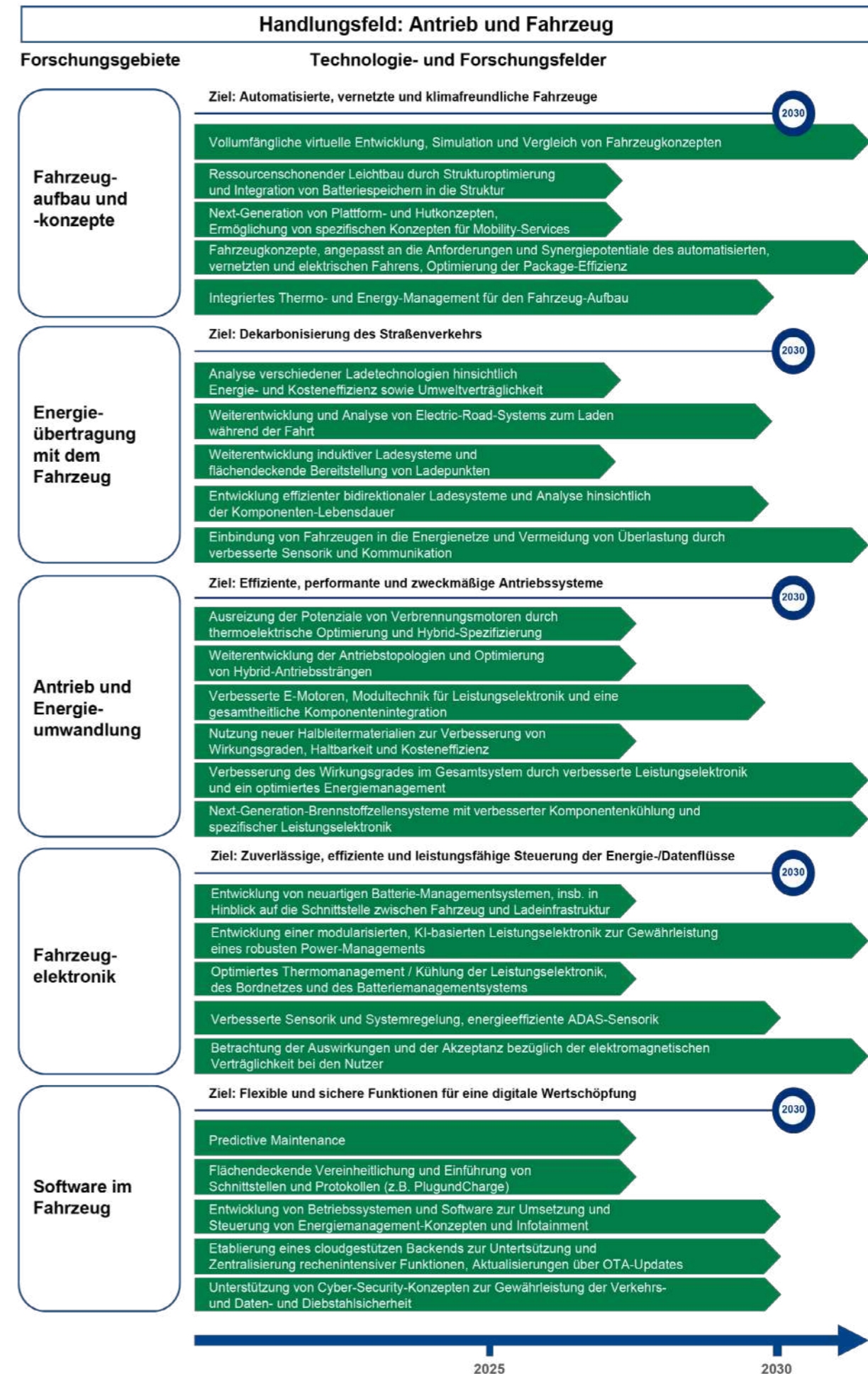
8. Die Handlungsfelder und ihre Themen

Antrieb und Fahrzeug

Im Hinblick auf eine stärkere Nachhaltigkeit der Automobilität sollen sich Antrieb, Steuerung und Aufbau des Fahrzeugs radikal in Richtung mehr Effizienz und weniger Emissionen verändern. Bei konventionellen Verbrennungsmotoren erfordert dies die Ausreizung effizienztechnischer Potentiale, etwa durch eine Hybridisierung des Antriebsstrangs oder durch thermoelektrische Optimierung. Dabei sollen Schadstoffemissionen in sämtlichen Fahrzuständen minimiert werden. Einen tiefgreifenden Systemwandel stellen die batterieelektrischen und die Brennstoffzellen-Antriebe dar, für die weitere technologische Fortschritte unabdingbar sind. Zur Ermöglichung einer vollständigen Marktdurchdringung sind nicht nur technologische Fortschritte bei den Energiespeichern beziehungsweise -wandlern, sondern auch bei Gewicht, Bauraum und Effizienz von E-Maschine und Leistungselektronik erforderlich. Um sparsame und ressourcenschonende Fahrzeuge realisieren zu können, sind zudem Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bei der Modularisierung von Komponenten, des kosteneffizienten Leichtbaus und der recyclinggerechten Konzepte vonnöten. Anforderungen an eine erhöhte Energieeffizienz bei uneingeschränktem Komfort werfen zudem Forschungsfragen bezüglich integrierter Thermo- und Energiemanagement-Systeme auf und erfordern Anpassungen in der Systemarchitektur.

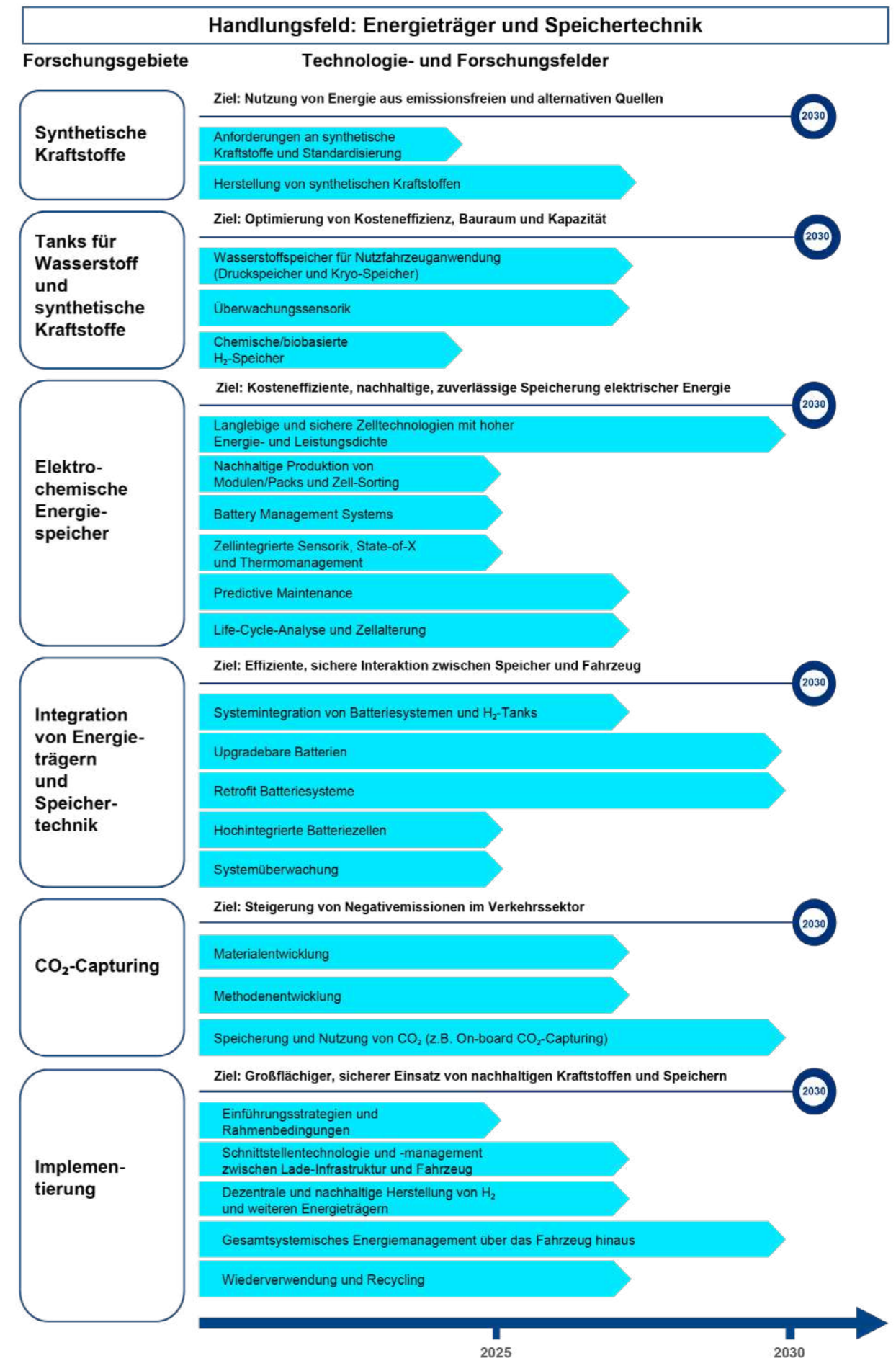
Der Technologiewechsel ebnet zudem neuen Konzepten zur Verbesserung von Package-Effizienz, Ergonomie und Skalierbarkeit den Weg und erlaubt die Entwicklung von neuartigen Interieurs automatisierter und vernetzter Fahrzeuge.

Modularisierung und Skalierbarkeit vereinfachen die Anpassung von Konzepten an spezielle Szenarien, beispielsweise im Ridesharing-Flotteneinsatz. Technologien wie das Induktiv- und Schnellladen können die Marktdurchdringung elektrischer PKW durch eine vereinfachte Handhabung beschleunigen. Um den zunehmend komplexen Ansprüchen an das Energie- und Datenmanagement hocheffizienter und automatisierter Fahrzeuge gerecht zu werden und zugleich Funktionen des Komforts und Entertainments bereitzustellen, bedarf es künstlicher Intelligenz und qualifizierter Daten zur intelligenten Steuerung von Funktionen und Services. Die hohen Leistungsanforderungen können beispielsweise durch cloud-gestützte Backends erfüllt werden. Die Aktualität der Systeme und deren stetige Verbesserung außerhalb der konventionellen Produktzyklen soll künftig durch Software-Bausteine per Over-the-Air-Updates gewährleistet werden. Zugleich sind Fortschritte bei redundanten und zunehmend zentralisierten Bordnetzen vonnöten. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf der Verringerung der Komplexität, der Verkürzung von Latenzzeiten und der Erhöhung der Zuverlässigkeit.



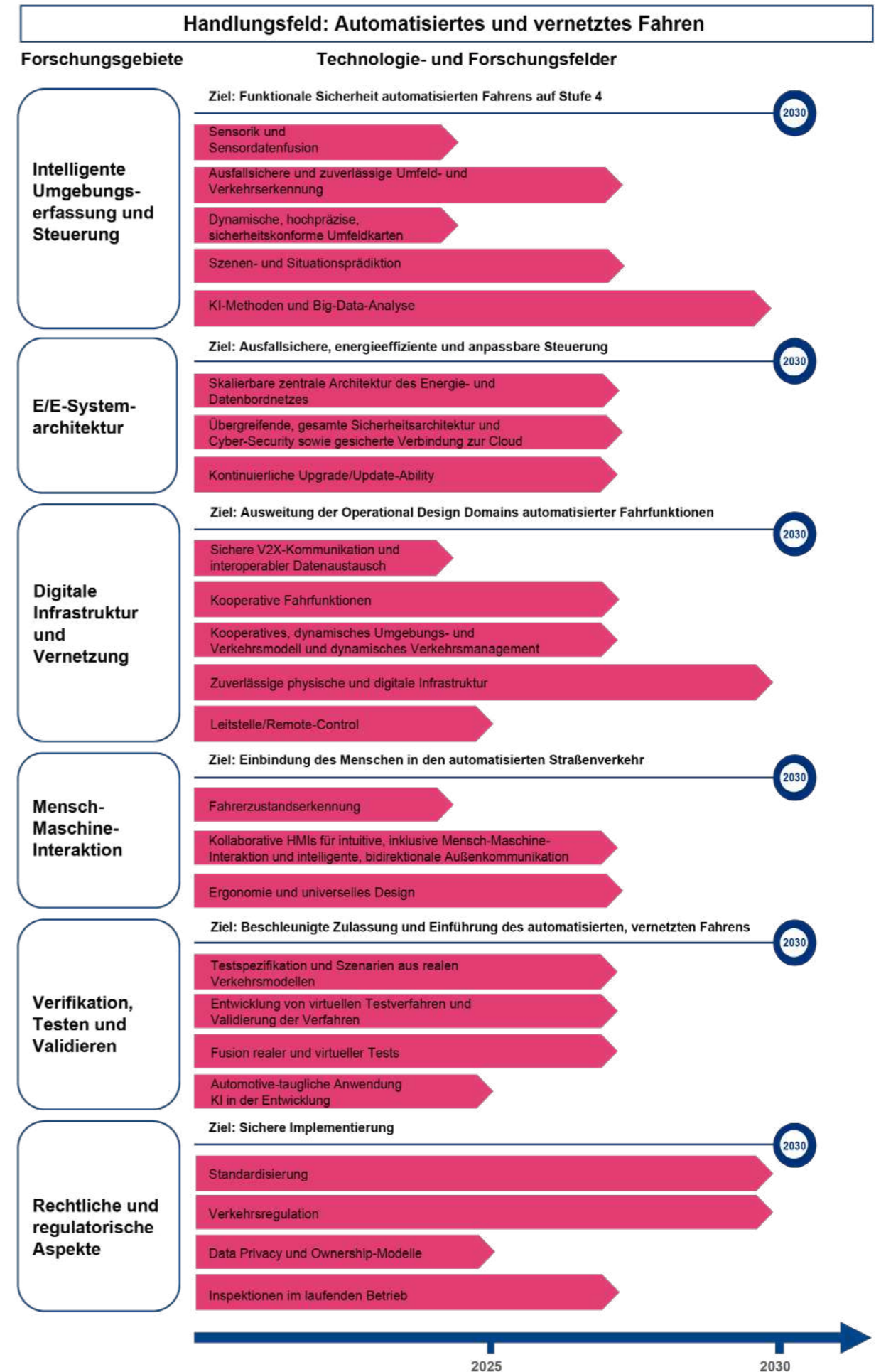
Energieträger und Speichertechnik

Die Technologie, mit der die Energie für den Fahrzeugantrieb gespeichert und transportiert werden kann, spielt eine entscheidende Rolle für die Anbindung der Automobilität an erneuerbare Energiequellen. Angestrebt werden kosten- und energieeffiziente, bauraum- und reichweiten-optimierte, nachhaltige, emissionsfreie, sichere und langlebige Lösungen. Forschungsbedarf liegt einerseits in der Optimierung vorhandener und der Erschließung neuer, synthetischer Kraftstoffe für konventionelle und alternative Antriebssysteme. Andererseits in der Entwicklung von Batterien mit neuen Zelltechnologien sowie von Druck- und kryogenen Speichern für Wasserstoff zum Einsatz in elektrifizierten Antrieben mit optimierter Well-to-Wheel-Energieeffizienz. Bei den synthetischen Kraftstoffen stehen Anforderungen und Priorisierungen der Weiterentwicklung nachhaltiger Herstellungsprozesse aus erneuerbaren Energiequellen und die Standardisierung im Vordergrund. Bei Druck- und Kryospeichern liegt das Augenmerk auf der Material- und Prozessentwicklung sowie der Verbesserung der Überwachungssensorik im Tank. Bei den Batteriezelltechnologien besteht noch großer Bedarf an der Entwicklung von Zelltechnologien mit hoher Kapazität und Ladeleistung, der Produktionstechnik für Packs und Module, der Weiterentwicklung des Batteriemanagementsystems und der zellintegrierten Sensorik, der State-of-X-Algorithmen und des Predictive Maintenance. Bezüglich der Nutzung und Integration sowie der großflächigen Implementierung neuer Energieträger und Speichertechniken werden weitere Forschungsbedarfe in der Systemintegration im Fahrzeug, in der kontinuierlichen Zustandsüberwachung und Ausfallerkennung sowie in einer ökologischen und ökonomischen Kosten-Nutzen-Analyse gesehen. Ergänzend bedarf es geeigneter Strategien und Szenarien der dezentralen und nachhaltigen, energieeffizienten Herstellung von Wasserstoff und weiteren Energieträgern sowie entsprechender politischer Rahmenbedingungen. Perspektivisch gilt es, ein gesamtsystemisches, sektorübergreifendes Energiemanagementsystem für die flexible und effektive Einbettung des Fahrzeugs in Netze der regionalen Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen zu entwickeln, welches über das Auto hinausreicht. Hierzu gehört auch das CO₂-Capturing. Hinzu kommt die Notwendigkeit, eine Methodik für gesamtsystemische Life-Cycle-Analysen und tragfähige Konzepte für Wiederverwendung (Second Life) und Recycling zu entwickeln. Damit können die auch durch den Verkehr entstandenen Emissionen substantiell gesenkt werden.



Automatisiertes und vernetztes Fahren

Einer der großen Zukunftstrends der Mobilität ist das automatisierte Fahren. Zusammen mit der Vernetzung verspricht dieses nicht nur die anderweitige Nutzung der individuellen Fahrzeit, sondern auch mehr Verkehrssicherheit und -effizienz in Kombination mit einer Ausweitung des individuellen Verkehrsangebots. Um den menschlichen Fahrer vollständig und ohne Einbußen an Sicherheit durch eine elektronische Steuerung ersetzen zu können, sind Fortschritte in der Umfelderkennung und Entscheidungsfindung vonnöten. Auf dem Gebiet der Sensorik liegen Herausforderungen in der dreidimensionalen Abbildung mit hohem Kontrast und hoher Auflösung sowie der Datenfusion zur zuverlässigen Verkehrs- und Infrastrukturerkennung, vor allem in komplexen Umgebungen. Daneben gewinnen weitere Aspekte der (Eigen-) Lokalisation sowie die zuverlässige Erkennung und Vorhersage von Verkehrssituationen und von Intentionen anderer Verkehrsteilnehmer an Bedeutung. Weitere Entwicklungstrends zeichnen sich in der Systemarchitektur ab. Hierbei stehen die Entwicklung ausfallsicherer, kompakter und upgradefähiger Systeme sowie die Einbindung von künstlicher Intelligenz und Big Data über Cloud-Infrastrukturen im Vordergrund. Unabdingbar für das automatisierte und vernetzte Fahren (AVF) auf höheren Stufen ist die Stärkung der Kommunikation und Kooperation mit der Infrastruktur sowie Fahrzeugen und weiteren Verkehrsteilnehmern. Aber auch der interoperable Datenaustausch und die Umsetzung eines zentralisierten daten- und KI-basierten Verkehrsmanagements sind von großer Relevanz zur dynamischen Unterstützung hochautomatisierter Fahrfunktionen in komplexen Operational Design Domains. Neben den Technologien stellt das Zusammenspiel von Fahrzeug und Mensch einen wichtigen Forschungsgegenstand dar. Fahrer- und Innenraumzustandserkennung, Ergonomie und Passagierinformation, Mensch-Maschine-Interaktion sowie die bidirektionale, intelligente Außenkommunikation von Umfeld und Mensch sind wichtige Themen. Um automatisierte Fahrfunktionen sicher und effizient in den realen Straßenverkehr überführen zu können, bedarf es der Entwicklung virtueller Testverfahren, der Verknüpfung virtueller und realer Testumgebungen sowie der Erstellung realistischer Verkehrsmodelle. Außerdem sind standardisierte Testspezifikationen und vorgelagerte, standardisierte Risikoanalysen entscheidend. Neben technologischen Forschungsbedarfen spielen rechtliche und regulatorische Aspekte (unter anderem Verkehrsregulieren, Datenschutz) eine Rolle.



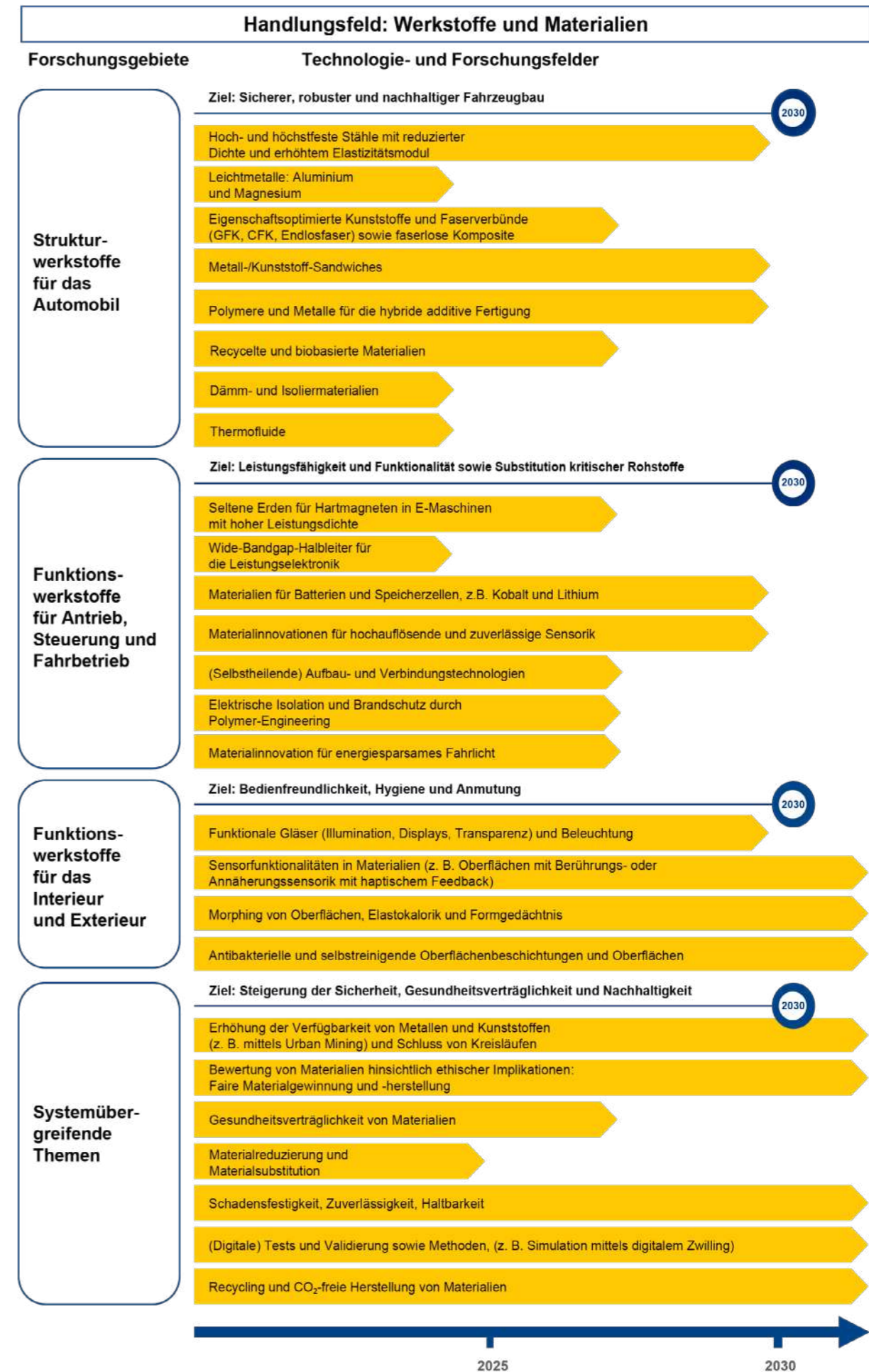
Produktion

Die zunehmende Automatisierung und Elektrifizierung des Automobils und seine stärkere Einbettung in digitale Infrastrukturen sowie hohe Ansprüche an die kreislauffähige Wiederverwertbarkeit verändern auch die Prozesse in der Produktion von Fahrzeugen und Komponenten. Weniger komplexe Antriebssysteme und eine stärkere Bedeutung von generischer Hardware, Over-the-Air-Updates und cloudbasierte Intelligenz bei der Steuerung implizieren einerseits einfachere und kostengünstigere Herstellungsprozesse. Andererseits erfordern innovative Werkstoffe und Fügeverfahren die Entwicklung und Einführung neuer Methoden. Dafür ist die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine, unterstützt von Augmented und Virtual Reality, komplexer Sensorik und Aktuatorik in Exoskeletten sowie intuitiver Kollaboration hoch relevant, denn damit können Mitarbeiter sicherer, präziser und effizienter sowie orts- und zeitunabhängiger arbeiten. Um zugleich Ziele für Klimaschutz und Nachhaltigkeit zu erreichen, müssen Produktionslinien nachhaltig, kreisläufig und energiesparend geplant, gesteuert und betrieben werden, zum Beispiel durch die Nutzung von integrierten Konstruktions- und Produktionsmethoden und dem Einsatz von überflüssiger Energie an anderer Stelle. Entscheidend auf dem Weg zur nachhaltigen Wertschöpfung ist zudem die kreislaufwirtschaftsbasierte Produktion, in der das Design der Produkte sowie der Prozesse die Minimierung, die Wiederverwertung und Aufwertung von Stoffströmen erlaubt. Um auf individuelle Kundenbedürfnisse besser reagieren und den Kunden stärker in das Design einbinden zu können, sind Planungs- und Produktionsprozesse so weiterzuentwickeln, dass sie vor Ort in der Nähe des Kunden umgesetzt werden können. Erhebliche Forschungsbedarfe bestehen bei der Transformation der Produktion, bei automatisierten und individualisierten Entwurfsverfahren, bei der Entwicklung und Anwendung digitaler Zwillinge, bei Produktionslinien und Wertschöpfungsketten und bei sich intelligent optimierenden Produktionsabläufen beruhend auf der Wandelbarkeit der Anlagen für eine fehlerfreie, individuelle Massenproduktion. Durch die Vernetzung von Anlagen, Gebäuden und Standorten können Prozesse bedarfsorientiert, reaktionsschnell und flexibel für die Industrie 4.0 gestaltet werden. Für den Austausch der dabei auftretenden enormen Datenmengen bedarf es gesicherter Plattformen und Ownership-Konzepte. Durch die Digitalisierung werden auch in der Produktion neue Geschäftsmodelle möglich, zum Beispiel die geteilte Nutzung von Produktionsmitteln, die es zu erproben gilt.



Werkstoffe und Materialien

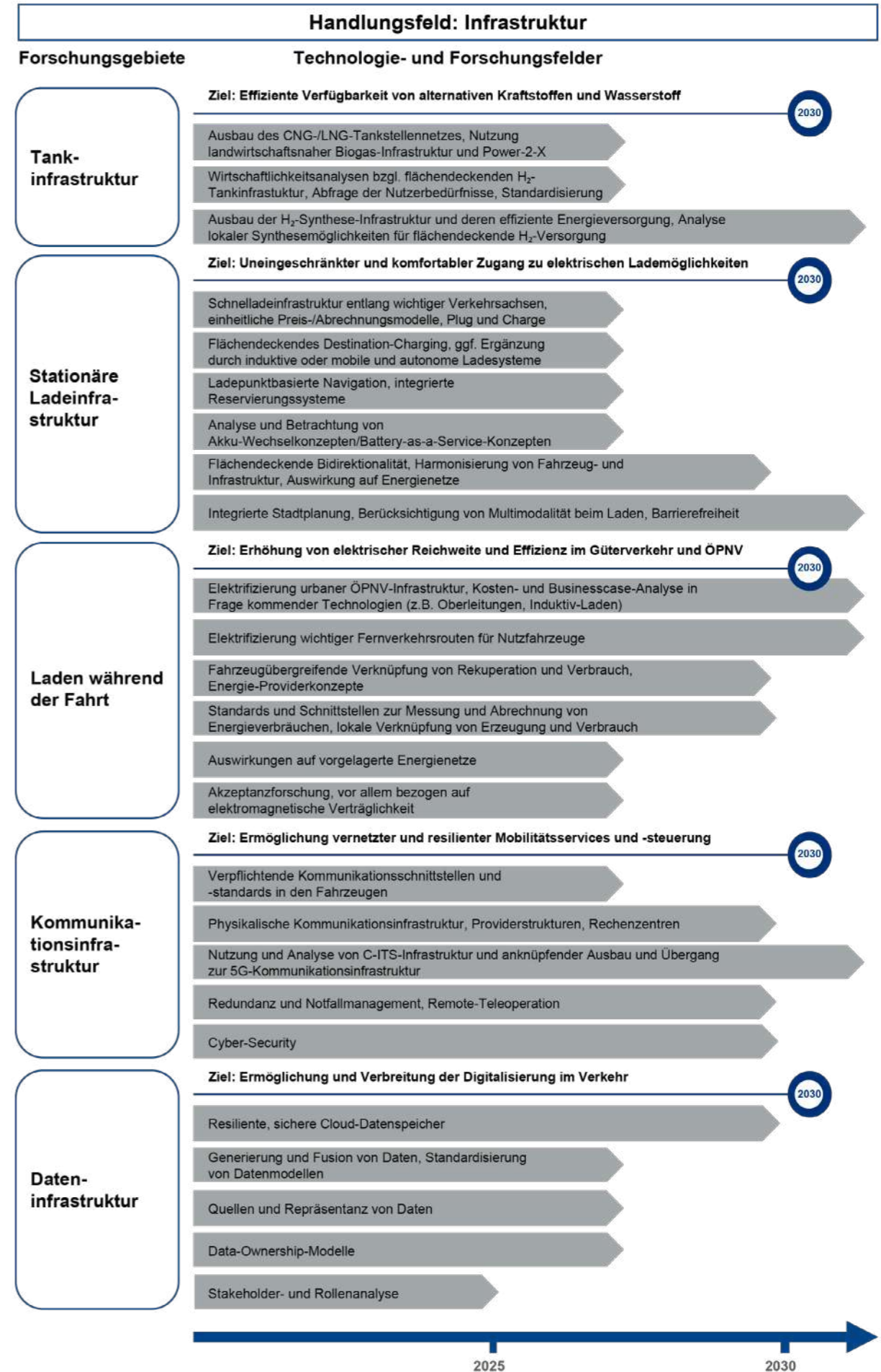
Der Grundstein von technischer Innovation liegt häufig in der Erforschung neuer Materialien und Werkstoffe. Das gilt auch für das Automobil und seine Komponenten. Hierbei sind sowohl für Struktur- als auch für Funktionsbauteile besonders umweltverträgliche, leistungsfähige und kostengünstige Materialien und Werkstoffe gefragt. Bei den Strukturwerkstoffen konzentriert sich die Forschung insbesondere auf leistungsfähige Werkstoffe mit hoher Festigkeit und Duktilität sowie ausgezeichneten Leichtbaupotentialen. Hierzu zählen die klassischen Werkstoffe wie Stähle, Aluminium- und Magnesiumlegierungen, aber auch eigenschaftsoptimierte Kunststoffe sowie Faserverbunde. In Zukunft werden hier auch Materialkombinationen, sogenannte Hybridwerkstoffe wie zum Beispiel Metall/Kunststoff-Sandwiches eine wichtigere Rolle spielen. Recycelte oder auch bio-basierte Materialien sind eine Werkstoffgruppe, die eine zunehmend wichtige Rolle in der Forschungslandschaft spielen werden. Insbesondere das Recycling sowie die CO₂-freie Herstellung von Werkstoffen gewinnt durch gesellschaftliche Erwartungen und gesetzliche Vorgaben auch wirtschaftlich zunehmend an Bedeutung. Bedingt durch die Elektrifizierung und Digitalisierung des Automobils hat die Bedeutung der Funktionswerkstoffe in den letzten Jahren stark zugenommen. Treiber sind die physikalische Leistungsfähigkeit der eingesetzten Materialien, häufig aber auch eine kritische Verfügbarkeit von Rohstoffen und damit verbunden die Notwendigkeit, diese durch andere Materiallösungen zu ersetzen. Beispiele hierfür sind die Seltenerdelemente in den Hartmagneten der E-Maschinen aber auch Rohstoffe wie Kobalt oder Lithium in den Batterien. Hochleistungsfunktionswerkstoffe wiederum spielen eine zunehmende Rolle in der Leistungselektronik, in der Zuverlässigkeit von elektronischen Schaltungen, bei elektrischen Leitern und ihren Isolierungen sowie zum Beispiel bei den Hart- und Weichmagneten. Bedingt durch ein sich änderndes Nutzungsverhalten wie bei Sharing-Fahrzeugen, aber auch durch eine durch die Corona-Pandemie erheblich gesteigerte Kunden-Sensibilität in Bezug auf Hygiene und keimarme Oberflächen hat sich in den letzten Jahren für die Werkstoffforschung ein neues Betätigungsfeld entwickelt. Antibakteriell, anti-fungizid oder auch selbstreinigend wirkende Werkstoffe oder Oberflächenbeschichtungen haben erheblich an Bedeutung gewonnen. Außerdem sind die Kundenerwartungen hinsichtlich Nachhaltigkeit, Design, Anmutung aber auch Kosten erheblich gestiegen und in diesem Spannungsfeld werden neue Lösungsansätze gesucht. Angesichts der beschriebenen Herausforderungen für zukünftige Fahrzeuge und deren Produktion bilden Forschung und Innovation bei Materialien und Werkstoffen einen wichtigen und geeigneten Hebel, um die beschriebenen Ziele zu erreichen.



Infrastruktur

Mit der zunehmenden Einbettung des Automobils in die Netze für Energie, Daten und Verkehr geht ein erheblicher Planungs- und Innovationsbedarf bei den Infrastrukturen einher. Um die Akzeptanz und damit die Marktdurchdringung von Fahrzeugen mit alternativen Antriebssystemen zu steigern, muss die nötige Ladeinfrastruktur an häufig besuchten Orten und wichtigen Verkehrsachsen ausgebaut werden. Dies erfordert eine stärker integrierte Stadt- und Raumplanung, die Nutzungsbedarfe gegeneinander abwägt und den Flächenverbrauch für Ladestationen optimiert. Besondere Herausforderungen für die technische Forschung und Innovation ergeben sich beim Schnellladen im stationären Bereich sowie beim mobilen und automatisierten Laden. Die flexible und effektive Einbettung des Automobils in die Stromnetze stellt dabei sowohl eine Herausforderung als auch eine Chance dar. Es bedarf dazu geeigneter Speicher und einheitlicher Schnittstellen sowie resilienter und smarter Energienetze, die bei bidirektionaler Funktionalität zugleich die Zwischenspeicherung von fluktuierenden Energieeinträgen aus erneuerbaren Energiequellen in den Fahrzeugbatterien ermöglichen. Ebenso ist damit eine verkehrsmittelübergreifende Verknüpfung von Rekuperation und Verbrauch denkbar. Hierzu bedarf es auch einer Provider-Infrastruktur, die die Energieflüsse in dem Netz intelligent verteilt. Durchdachte Reservierungssysteme und deren Integration in die Fahrzeugnavigation sowie unkomplizierte Plug&Charge-Lösungen können zur Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit und somit zur schnelleren Marktdurchdringung beitragen. Neben dem Aufbau der Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität spielt die Bereitstellung von Methan und Wasserstoff einschließlich der damit zusammenhängenden Herstellung und Logistik eine entscheidende Rolle für die Verbreitung alternativer Fahrzeugantriebe. Entsprechend ist auch hier die Infrastruktur für alternative Kraftstoffe bedarfsgerecht auszubauen, damit eine flächendeckende und energieeffiziente Versorgung, insbesondere für den Nutzfahrzeugverkehr gewährleistet werden kann. Mit Wirtschaftlichkeits- und Machbarkeitsanalysen ist hier zunächst das optimale Verhältnis von Aufwand und wirtschaftlichem Nutzen zu ermitteln. Dabei sollte die Nutzung von Gastransportnetzen genauso erwogen werden wie die lokale Kraftstoffsynthese in unmittelbarer Nähe des Abgabepunktes. Die Infrastruktur muss sich künftig auch verstärkt den Daten und der Kommunikation widmen, um den Herausforderungen des automatisierten und vernetzten Fahrens und zukünftiger Mobilitätservices gerecht zu werden. Hierzu bedarf es des Ausbaus von C-ITS, 5G und einer zentralisierten, KI-basierten Datenverarbeitungsinfrastruktur. Zukünftig werden hinsichtlich des automatisierten und vernetzten Verkehrs Fragen der Datenerhebung, -standardisierung und -fusion global zu behandeln sein. Um Rechtssicherheit zu

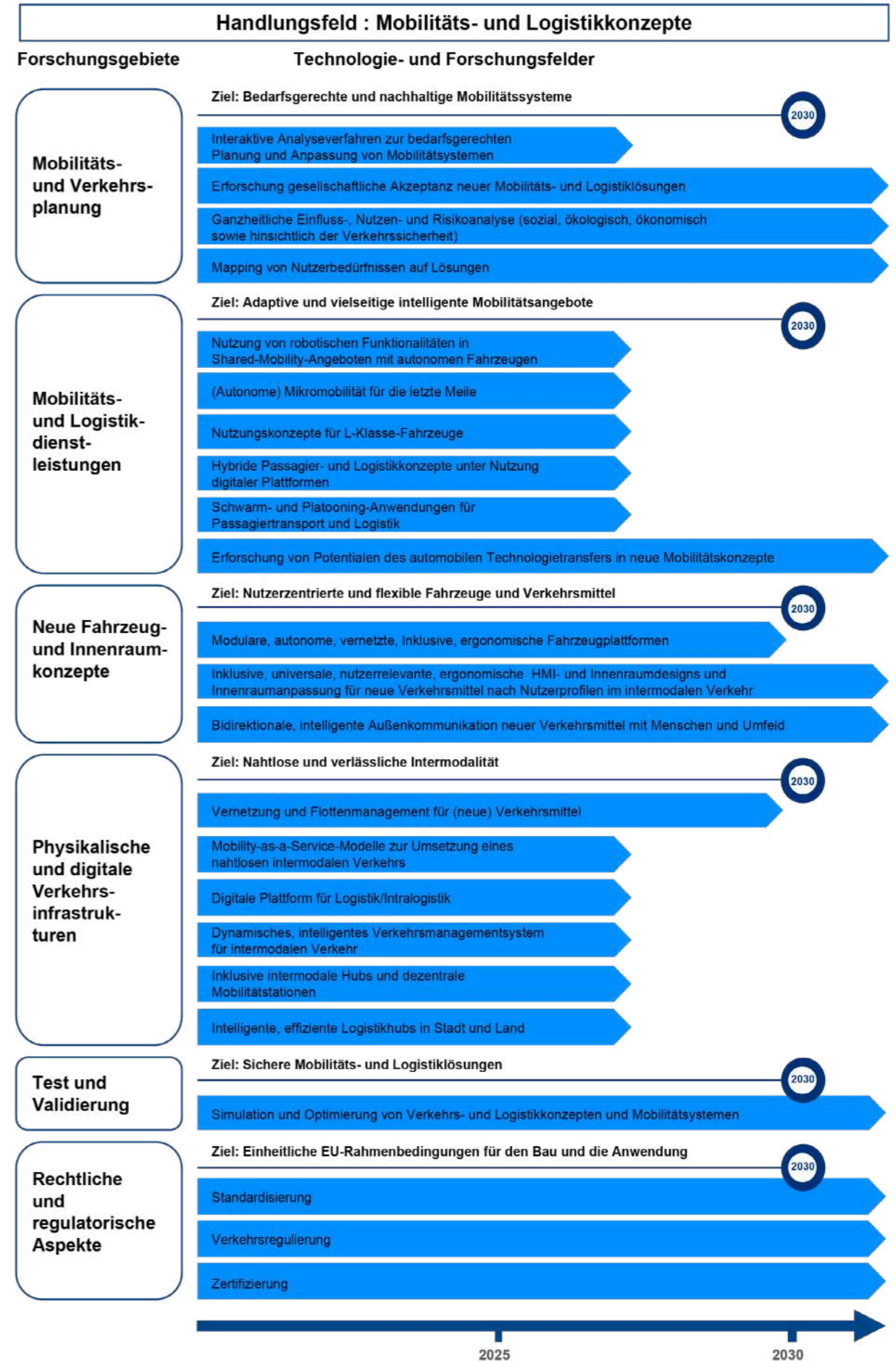
schaffen, sind Fragestellungen von Dateneigentum, -nutzung und -schutz zu klären. Zur Absicherung der Funktionen ist ein redundantes Notfallmanagement und eine vollumfängliche Cybersicherheitsstrategie umzusetzen.



Mobilitäts- und Logistikkonzepte

Der durch die Corona-Pandemie bedingte Rückgang des Verkehrsaufkommens dürfte ein vorübergehendes Phänomen sein. Mittelfristig ist mit weiter steigendem Verkehr zu rechnen. Dies führt unvermeidbar zu einer Überbeanspruchung des Verkehrsraums und sorgt speziell in Städten für besonders hohe gesundheitliche Belastungen durch Schadstoffe und Lärm, wenn es nicht mit einer starken Verbreitung von emissionsfreier Mobilität einhergeht. Um urbane Mobilität möglichst gesundheitsverträglich und klimafreundlich zu gestalten und gleichzeitig den Nutzerbedürfnissen gerecht zu werden, müssen Mobilitäts- und Transportkonzepte daher ganzheitlich neu entworfen werden. Zu den Prämissen zählt es, den Menschen in den Städten mehr Zugang zu öffentlichem Raum für andere Nutzungen als Parken und Fahren zu gewähren. Damit stellt sich die Frage nach der intelligenten Einbindung des Automobils in die urbane Mobilität der Zukunft. Hier muss abgewogen werden, mit welchen Verkehrsmitteln sich welche Wege am klimafreundlichsten und effizientesten absolvieren lassen: Welche Rollen können Car- und Ride-Sharing spielen, insbesondere im Zusammenspiel mit öffentlichen Verkehrsmitteln? Ist es besser, den Menschen zum Ziel, wie Dienstleistungen und Freizeitgestaltung, oder das Ziel zum Menschen zu bringen? Dies kann durch neue Methoden in der agilen Stadt- und Mobilitätsplanung unter Einbeziehung von Big Data unterstützt werden, sodass optimale Lösungen zusammen und interaktiv mit Herstellern, Stadtverwaltungen, Betreibern und Nutzern für sich ändernde Bedürfnisse entwickelt und bereitgestellt werden können, möglicherweise auch vorübergehend und flexibel. Bedarf an Forschung und Entwicklung besteht dabei auch bei den Fahrzeugtechnologien, die zum Beispiel für neue Einsatzzwecke im Sharing oder für die letzte Meile benötigt werden. Weitere Herausforderungen liegen bei der Entwicklung von Fahrzeugen mit flexibler Nutzung durch die Kombination automatisierter, vernetzter und robotischer Funktionen in wechselbaren, modularen und universellen Aufbauten. Diese könnten für Co-Working, Einzelhandel oder medizinische Versorgung im ländlichen Raum oder im kombinierten Personen- und Güterverkehr zur Anwendung kommen. Schwarm- und Platooning-Anwendungen können die Effizienz des Verkehrsflusses steigern, und spezielle oder universell gestaltete Fahrzeuglösungen versprechen Menschen mit besonderen Bedürfnissen mehr individuelle Mobilität. Darüber hinaus ist es entscheidend, Verkehrsmittel intermodal zu vernetzen, so dass individuelle Ziele nachhaltiger erreicht werden können. Dies erfordert auch die Entwicklung und Erprobung intermodaler Verkehrshubs, dezentraler Stationen und plattformbasierter Planungstools sowie eines standardisierten städtischen Verkehrsmanagements für eine nahtlose individuelle und kollektive Mobilität. Ferner ergeben sich Bedarfe bei der Identifizierung von Transfermöglichkeiten automobiler Fahrzeugtechnik. Das be-

trifft vor allem die Automatisierung, Vernetzung und Elektrifizierung für neue Mobilitätsformen. Dazu zählt unter anderem die vertikale Mobilität von intelligenten Diensten für die Wartung von Anlagen und der Feuer- und Katastrophenschutz, sowie perspektivisch der Transport von Gütern und Personen oder auch der Einsatz von Röhrenfahrzeugen, die zur Warenlieferung genutzt werden, ohne den städtischen Straßenverkehr zu erhöhen.



9. Empfehlungen für die nationale Forschungsförderung

Zusammenfassend wird klar: Die Automobilität wandelt sich grundlegend weg von autarken Technologien und hin zu integrierten und ganzheitlichen Systemlösungen. Nur damit lassen sich Nachhaltigkeitsziele erreichen, die Wettbewerbsfähigkeit sichern und gesellschaftliche Akzeptanz und Nutzerbedarfe individueller und kollektiver Art in Einklang bringen. Die im vorherigen Abschnitt enthaltenen Roadmaps geben einen Überblick über die Forschungs- und Technologiefelder, die dazu in den kommenden Jahren in den sieben Handlungsfeldern zu bearbeiten sind. Die damit verbundenen Herausforderungen werden im Anhang weiter spezifiziert. Sie weisen vielfach auf ausgedehnte Lücken im technologischen Reifegrad (Technology Readiness Level, TRL) hin, die durch vorwettbewerbliche Forschung und Innovation geschlossen werden müssen. Dies bildet die Grundlage für die Erarbeitung von Empfehlungen für die Gestaltung von Programmen der öffentlichen Förderung von Forschung und Innovation im Rahmen der Innovationspartnerschaft. Damit die Innovationskraft der deutschen Automobilindustrie in der Phase der Transformation der Automobilität weiter wachsen kann, müssen die Schwerpunkte der öffentlichen Förderung strategisch ausgewählt, zeitlich entlang der Achse Forschung, Innovation und Marktanbahnung angeordnet und den Politikfeldern Mobilität, Verkehr, Energie sowie Umwelt- und Klimaschutz zugeordnet werden. Exemplarisch sind dazu folgende übergreifende Themen für die Umsetzung in Fördermaßnahmen empfohlen, die sich im Erarbeitungsprozess der Roadmap als vordringlich herauskristallisiert haben:

1. Sichere Umsetzung hochautomatisierter Fahrfunktionen in komplexen Operational-Design-Domains, zum Beispiel mit dynamischer Unterstützung durch ein zentralisiertes daten- und KI-basiertes Verkehrsmanagement. (Handlungsfeld Automatisiertes und Vernetztes Fahren)
2. Optimale Gestaltung neuer Fahrzeuge hinsichtlich Effizienz, Sicherheit und Kapazität, unter anderem durch modulare und skalierbare Hard- und Software-Technologien und Komponenten für jeden spezifischen Einsatzzweck. (Handlungsfeld Antrieb und Fahrzeug)
3. Vorausschauendes Management der steigenden

Komplexität von Fahrzeugen durch neue, vor allem virtuelle Methoden in der Entwicklung, in der Erprobung und im Betrieb. (Handlungsfeld Antrieb und Fahrzeug)

4. Umweltfreundliches Design neuer Fahrzeuge durch bewusste Auswahl und Weiterentwicklung von innovativen Werkstoffen und funktionalen Materialien für den Fahrzeugbau. (Handlungsfeld Materialien und Werkstoffe)

5. Nachhaltige Anpassung des Produkts Automobil an den Wandel von Märkten und Umwelt durch integrierte Methoden der Konstruktion, Herstellung und Verwertung sowie Minimierung von Ressourceneinsatz und Abfallentstehung. (Handlungsfeld Produktion)

6. Flexible und effektive Einbettung des Fahrzeugs in Netze der regionalen Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen mittels neuer Speicher, Schnittstellen und Steuerungen. (Handlungsfeld Energieträger und Speicher)

7. Dezentrale Bereitstellung von automatisierbaren Dienstleistungen auch außerhalb der Ballungsräume (zum Beispiel in Medizin und Pflege) durch die Verschmelzung von Fahr-, Robotik- und Servicefunktionen. (Handlungsfeld Mobilität und Logistik)

8. Umfassende Schaffung multi- und intermodaler sowie inklusiver Verkehrsangebote, auch über die Optimierung von Fahrzeugen und digitalen Plattformen für den Flotteneinsatz im Ridesharing und für die Mobilität der letzten Meile. (Handlungsfeld Mobilität und Logistik)

9. Informierte Teilhabe von Bürgern und kommunalen Entscheidungsträgern an der Gestaltung von Innovationen und multimodalen Hubs in der urbanen Mobilität, unter anderem unterstützt von datenbasierten, simulierenden und interaktiven Methoden der Verkehrsplanung. (Handlungsfeld Mobilität und Logistik)

10. Erhebliche Steigerung der Well-to-Wheel-Energieeffizienz bei der Anwendung von Wasserstoff mithilfe der Weiterentwicklung aller Komponenten der Erzeugung, des Transports und der Speicherung. (Handlungsfeld Infrastruktur)

11. Transfer von Innovationen der Automobiltechnik in Verkehrsmittel für neue Nutzungsmöglichkeiten, beispielsweise durch Ausschöpfung von Synergien der Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung. (übergreifend)

12. Zuverlässige Bewertung der Auswirkungen der Automobilität auf Umwelt, Klima und Energieverbrauch durch gesamtsystemische Ökobilanzen und Lebenszyklus-Analysen. (übergreifend)

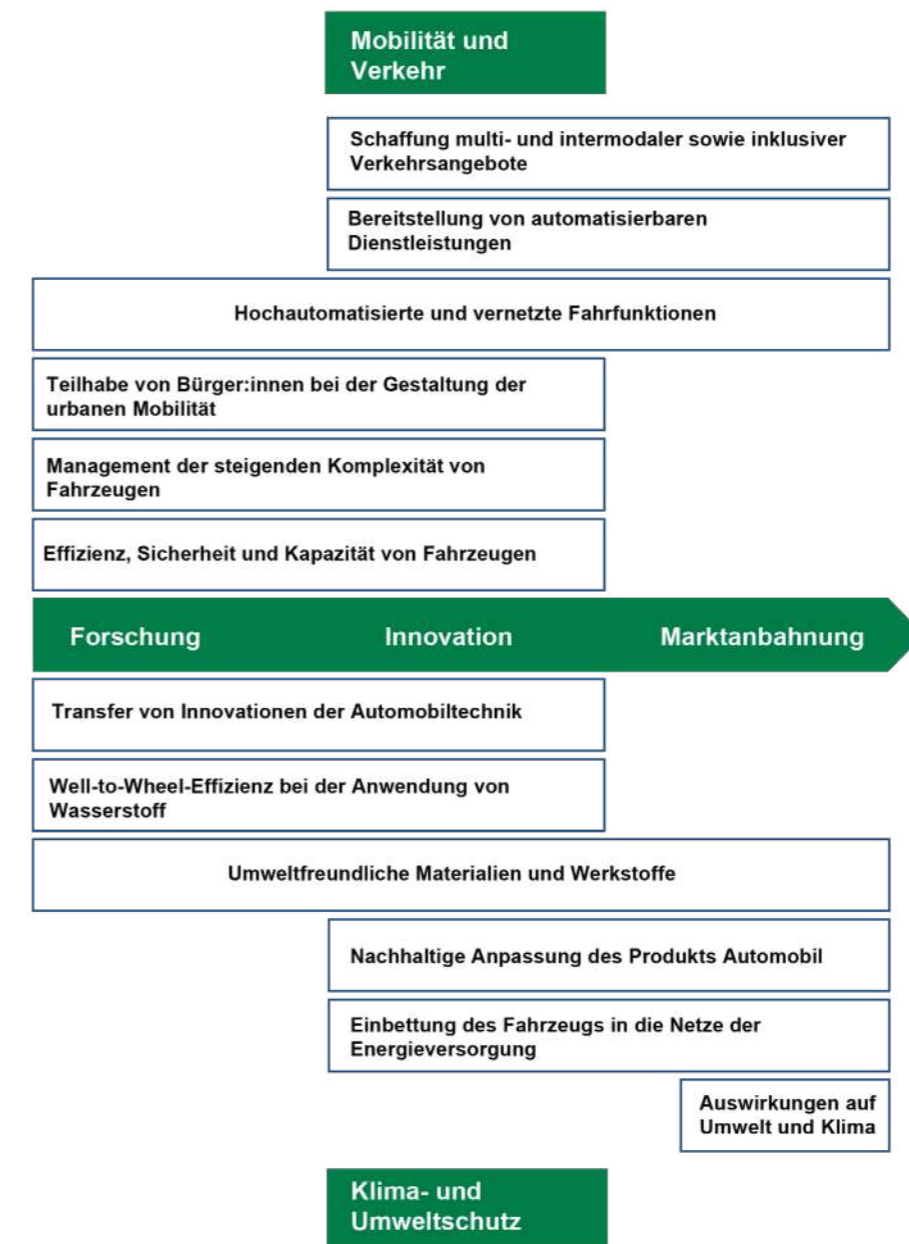


Abbildung: Zuordnung der vorgeschlagenen Förderthemen zu Politikfeldern

10. Empfehlungen für die europäische Abstimmung

Die strategische Abstimmung zwischen Industrie, Wissenschaft und Politik über gemeinsame Ziele, Prioritäten und Instrumente der Förderpolitik im Rahmen der Innovationspartnerschaft und anhand der vorliegenden Roadmap erleichtert nicht nur die ressortübergreifende Koordination der nationalen Förderung, sondern auch eine Optimierung des Zusammenspiels mit den europäischen Programmen. Letzteres ist besonders erstrebenswert, weil es einen effizienten Budgeteinsatz sichert, den Rückfluss von Fördermitteln nach Deutschland erhöht und Antragstellern Orientierung geben kann. Zugleich stellt dieses in inhaltlicher wie organisatorischer Hinsicht eine große Herausforderung dar, da es eine Passfähigkeit von Programmzuschnitten und -laufzeiten, Zuständigkeiten und Budgetumfängen voraussetzt, die je nach Thema und Instrument in unterschiedlicher Form gestaltet und aktiv herbeigeführt werden muss.

Vor diesem Hintergrund sind die oben genannten Vorschläge für Themen der öffentlichen Förderung von Forschung und Innovation auf ihre Eignung für die europäischen Programme, zum Beispiel als Schwerpunktthemen der Partnerships CCAM und 2ZERO, zu überprüfen. Die Strategieguppe FIF der FAT empfiehlt darüber hinaus, die Instrumente der europäischen Förderung von Forschung und Innovation effizienter im Interesse der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie zu nutzen und schlägt dazu folgende Maßnahmen vor:

- Erstellung eines nationalen Leitfadens für die Koordination nationaler und europäischer Förderung von Forschung und Innovation in der Automobilität
- Stärkung der Transformation der Automobilität und entsprechender Umsetzungsmaßnahmen in den Missionen von Horizon Europe
- Förderung strategischer Wertschöpfungsketten der Automobilindustrie im Rahmen von Important Projects of Common European Interest (IPCEI)

11. Themensteckbriefe

Im Folgenden werden die in der Roadmap aufgeführten Technologiefelder charakterisiert. Neben der Beschreibung werden Entwicklungsziele für technologische Forschungsfelder anhand von Technologie-Reifegraden (TRL) angegebenen, relevante Politikfelder aufgezeigt und Anknüpfungspunkte in der EU-Förderlandschaft genannt.

Die angegebenen TRL haben folgende Bedeutung:

TRL 1: Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips

TRL 2: Beschreibung der Anwendung einer Technologie

TRL 3: Nachweis der Funktionstüchtigkeit einer Technologie

TRL 4: Versuchsaufbau im Labor

TRL 5: Versuchsaufbau in Einsatzumgebung

TRL 6: Prototyp in Einsatzumgebung

TRL 7: Prototyp im Einsatz

TRL 8: Qualifiziertes System mit Nachweis der Funktionstüchtigkeit im Einsatzbereich

TRL 9: Qualifiziertes System mit Nachweis des erfolgreichen Einsatzes

I. Handlungsfeld: Fahrzeug und Antrieb

I.1 Forschungsgebiet: Fahrzeugaufbau und Konzept

Vollumfängliche virtuelle Entwicklung, Simulation und Vergleich von Fahrzeugkonzepten

Beschreibung: Ein Umstieg auf eine vollumfänglich virtuelle Entwicklung von Fahrzeugkonzepten ist zur Beschleunigung der Entwicklungszeit, zur Reduktion von Entwicklungsressourcen und zum besseren Vergleich verschiedener Konzepte aussichtsreich. Daraus ergibt sich der Vorteil, entstehende Konzepte und die Simulation der jeweiligen Einflüsse auf verschiedene Parameter wie Real- und Flottenverbräuche, Parkraum-situation oder Crash-Verhalten gut vergleichen zu können.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht in der Definition einheitlicher Simulationsparameter, um eine Vergleichbarkeit der Simulationsergebnisse konzept- und herstellerübergreifend sicherzustellen.

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Forschung

Ressourcenschonender Leichtbau durch Strukturoptimierung und Integration von Batteriespeichern in die Struktur

Beschreibung: Zur Senkung der Emissionen ist die Entwicklung von ressourcenschonenden Leichtbaukonzepten zu wettbewerbsfähigen Kosten vonnöten. Eine antriebsspezifische Strukturoptimierung des Fahrzeugrohbaus durch Integration der Antriebs- und Speicherkomponenten kann zu einer erheblichen Massereduktion führen. Dabei spielt die Entwicklung gewichtsoptimierter Strukturen durch übergeordnete Rolle.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Konstruktionsmethoden müssen stets im Einklang mit dem Status-Quo der Fertigungstechnologien sein. Die Integration von Komponenten in den Rohbau ist mit Plattformstrategien abzustimmen. Bei einem ressourcenschonenden Leichtbau muss der gesamte Material-Lebenszyklus betrachtet werden.

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: 2ZERO

Next-Generation von Plattform- und Hutkonzepten, Ermöglichung von spezifischen

Konzepten für Mobility-Services

Beschreibung: Die Umsetzung von Plattform- und Hutkonzepten ermöglicht die übergreifende Nutzung individueller Fahrgastzellen bei unterschiedlichen modalen Verkehrsformen. Dabei muss das Augenmerk auf der Gewährleistung der Austauschbarkeit einzelner Elemente von einer zur anderen Modalität liegen. Für zukünftige Verkehrssysteme ist die Entwicklung von spezifisch auf neue Mobilitätsservices angepassten Fahrzeugkonzepten ausschlaggebend.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Standardisierung von Plattformen, Konzeptfindung und -definition, Bedarfs-, Wirtschaftlichkeits- und Anforderungsanalyse für Mobilitätsservices

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

Fahrzeugkonzepte, angepasst an die Anforderungen und Synergiepotentiale des automatisierten, vernetzten und elektrischen Fahrens, Optimierung der Package-Effizienz

Beschreibung: Zukünftige Mobilitätslösungen erfordern die Entwicklung anforderungsgerechter Interieur-Konzepte und Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMI), schwerpunktmäßig in Hinblick auf das automatisierte und vernetzte Fahren und neuer Generationen von Fahrassistenzsystemen. Hierzu ist die Neudefinition und Optimierung von Fahrzeugkonzepten notwendig, die spezifisch auf neue Mobilitätsdienstleistungen angepasst sind.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Fahrzeugkonzepte müssen vollständig neu gedacht werden. Dabei müssen aber bestehende Richtlinien und Gesetzesvorgaben eingehalten werden. Darüber hinaus ist eine Barrierefreiheit für zukünftige Mobilitätsdienstleistungen unverzichtbar.

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, 2ZERO

Integriertes Thermo- und Energie-Management für den Fahrzeug-Aufbau

Beschreibung: Die Fahrzeugklimatisierung muss ganzheitlich betrachtet werden und mit der Temperierung der Antriebskomponenten verknüpft werden. Der Wirkungsgrad soll dabei durch eine verbesserte Isolation und Dämmung verbessert werden. Darüber hinaus sind die Reflexionseigenschaften von speziellen Fahrzeuglacken aus energetischer Sicht

zu betrachten.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Identifikation der thermischen Anforderungen an energieeffiziente Betriebsweisen, sinnvolle Verknüpfung von Emittenten und Verbrauchern, gewichtssparende Dämmung und Isolation, optimierte Fahrzeuglacke.

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: ZZERO

Integriertes Thermo- und Energie-Management für den Fahrzeug-Aufbau

Beschreibung: Die Fahrzeugklimatisierung muss ganzheitlich betrachtet werden und mit der Temperierung der Antriebskomponenten verknüpft werden. Der Wirkungsgrad soll dabei durch eine verbesserte Isolation und Dämmung verbessert werden. Darüber hinaus sind die Reflexionseigenschaften von speziellen Fahrzeuglacken aus energetischer Sicht zu betrachten.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Identifikation der thermischen Anforderungen an energieeffiziente Betriebsweisen, sinnvolle Verknüpfung von Emittenten und Verbrauchern, gewichtssparende Dämmung und Isolation, optimierte Fahrzeuglacke.

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: ZZERO

I.2 Forschungsgebiet: Energieübertragung mit dem Fahrzeug

Analyse verschiedener Ladetechnologien hinsichtlich Energie- und Kosteneffizienz sowie Umweltverträglichkeit

Beschreibung: Zur Identifikation geeigneter Energieübertragungsarten ist die Aufstellung der verschiedenen am Markt verfügbaren Ladetechnologien und deren Bewertung hinsichtlich Energieeffizienz, Kosten und Umweltverträglichkeit erforderlich. Die Betrachtung der Auswirkungen des Schnell-Ladens und von Bidirektionalität auf die Lebensdauer der Traktionsbatterien ist zu betrachten.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Ganzheitliche Lifecycle-Analyse von der Produktion bis zur Verwertung, Bewertung von Auswirkungen neuer Technologien

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: ZZERO

Weiterentwicklung und Analyse von Electric-Road-Systems zum Laden während der Fahrt

Beschreibung: Zur Identifikation geeigneter Energieübertragungsarten ist die Gegenüberstellung der verschiedenen Systeme zum Laden während der Fahrt (zum Beispiel induktives Laden, Oberleitung) sowie deren Analyse und Vergleich hinsichtlich Kosten und Wirkung vonnöten.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 9

Herausforderungen: Identifikation in Frage kommender Technologien; Skalierung der Kosten und Prüfung der Umsetzbarkeit in der Stadt- und Infrastrukturplanung

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Klima- und Umweltschutz, Marktanbahnung

Weiterentwicklung induktiver Ladesysteme und flächendeckende Bereitstellung von Ladepunkten

Beschreibung: Zur Verbesserung der Nutzerakzeptanz ist die Entwicklung kostengünstiger und herstellerübergreifend einsetzbarer induktiver Ladesysteme erforderlich. Eine Optimierung der Zuverlässigkeit steht im Fokus, auch unter erschwerten Alltagsbedingungen (Verschmutzung etc.).

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Gewährleistung einwandfreier Funktion trotz Verschmutzung, herstellerübergreifende Standardisierung, elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: ZZERO

Entwicklung effizienter bidirektionaler Ladesysteme und Analyse hinsichtlich der Komponenten-Lebensdauer

Beschreibung: Auf dem Weg zur Entwicklung smarterer Energienetze müssen Fahrzeuge als effiziente Energiespeicher im dauerhaften Einsatz betrachtet werden. Die Auswirkung auf die Lebensdauer von Komponenten ist zu betrachten. Ein entsprechendes Vergütungskonzept ist zu erarbeiten.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Analyse typischer Verschleiß-

Erscheinungen der Ladesysteme und eindeutige Zuordnung zu den Verschleiß-Ursachen, gegebenenfalls Entwicklung einer Sensorik zum Verschleiß-Monitoring

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: ZZERO

Einbindung von Fahrzeugen in die Energienetze und Vermeidung von Überlastung durch verbesserte Sensorik und Kommunikation

Beschreibung: Die ganzheitliche Betrachtung von Fahrzeug- und Energienetzen ist erforderlich, um Überlastungen zu vermeiden. Hierzu ist intelligente Kommunikation und Regelung erforderlich.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Entwicklung kostengünstiger Sensorik und Remote-Monitoring-Schnittstellen, Entwicklung einer intelligenten Kommunikation und Regelung, Standardisierung

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: KDT

I.3 Forschungsgebiet: Antrieb und Energieumwandlung

Ausreizung der Potenziale von Verbrennungsmotoren durch thermoelektrische Optimierung und Hybrid-Spezifizierung

Beschreibung: Zur Effizienzsteigerung ist die Nutzung aller verfügbaren Potentiale von Verbrennungsmotoren durch Optimierung peripherer Baugruppen und einer energiegewinnenden Abgas-Nachbehandlung erforderlich. Beispielsweise kann der Einsatz des elektrischen Turboladers den optimalen Betriebspunkt des Aggregats in einen besser nutzbaren Bereich verschieben. Darüber hinaus kann durch thermoelektrische Optimierung und Energy-Harvesting Abgas-Energie in Elektrizität umgewandelt werden.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Steigerung des Wirkungsgrades, Abwägung von Kosten und Nutzen, Identifikation sinnvoller Anwendungsbereiche für Verbrennungskraftmaschinen, niedrige Emissionen in allen Betriebspunkten, Entwicklung von Energy-Harvesting-Mechanismen

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und

Verkehr
Weiterentwicklung der Antriebstopologien und Optimierung von Hybrid-Antriebssträngen

Beschreibung: Zur Optimierung des Wirkungsgrades ist eine Betrachtung und Kombination verschiedener Antriebstopologien vonnöten (HEV, MHEV, PHEV, serielle und leistungsverzweigte Hybride etc.).

TRL (2021): 6, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Definition einheitlicher Bewertungskriterien, realistische Einschätzung des Ladeverhaltens der Nutzer, Ableitung von alltagstauglichen und effizienten Antriebskonzepten, Analyse und Bewertung der Technologien hinsichtlich ihres optimalen Einsatzzwecks

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

Verbesserte E-Motoren, Modultechnik für Leistungselektronik und eine gesamtheitliche Komponentenintegration

Beschreibung: Eine Weiterentwicklung von E-Maschinen hinsichtlich ihrer Effizienz und Wirtschaftlichkeit ist zur weiteren Verbreitung erforderlich. Eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit kann durch Modularisierung und Integration von Komponenten im Antriebsstrang erzielt werden. Die Vermeidung des Einsatzes kritischer und umweltschädlicher Rohstoffe ist zu anzustreben.

TRL (2021): 6, Ziel-TRL: 9

Herausforderungen: Vermeidung der Nutzung seltener Erden, Hochintegration, Standardisierung

Politikfelder: Forschung, Innovation, Marktanbahnung

EU-Anknüpfungspunkt: ZZERO, KDT

Nutzung neuer Halbleitermaterialien zur Verbesserung von Wirkungsgraden, Haltbarkeit und Kosteneffizienz

Beschreibung: Eine Weiterentwicklung geeigneter Halbleitermaterialien (zum Beispiel Siliziumcarbid, Gallium-Nitrid) zur Verbesserung der spezifischen Eigenschaften von E-Antriebs- und Elektronikkomponenten ist notwendig, um Haltbarkeit und Kosteneffizienz zu optimieren.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Definition von Anforderungen an Halbleiter-Materialien, Erforschung von geeigneten Materialien

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: 2ZERO, KDT

Verbesserung des Wirkungsgrades im Gesamtsystem durch verbesserte Leistungselektronik und ein optimiertes Energiemanagement

Beschreibung: Eine Verringerung von Widerständen und Verlusten kann eine Optimierung des Wirkungsgrades des Gesamtsystems erzielen. Die Weiterentwicklung von Steuerungs- und Regelungssoftware ist erforderlich, um ein smartes Energiemanagement zu ermöglichen.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Identifikation energieintensiver Verbraucher, Entwicklung einer kostengünstigen Sensorik, Standardisierung

Politikfelder: Forschung

Next-Generation-Brennstoffzellensysteme mit verbesserter Komponentenkühlung und spezifischer Leistungselektronik

Beschreibung: Die Identifikation und Entwicklung neuer H₂-robuster Werkstoffe ist zur Gewährleistung der Altersbeständigkeit und Zuverlässigkeit vonnöten. Die Weiterentwicklung spezifischer Leistungselektronik für H₂-Antriebe dient der Effizienzsteigerung. Eine Reduktion der Nutzung von Edelmetallen ist zur Kostensenkung und zur Einsparung von Ressourcen anzustreben. Eine Optimierung von Kühlung sowie ein verbessertes Luft- und Wassermanagement steigern Effizienz und Lebensdauer.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Identifikation geeigneter Rohstoffe, Entwicklung kosteneffizienter Lösungen

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Hydrogen

I.4 Forschungsgebiet: Fahrzeugelektronik

Entwicklung von neuartigen Batterie-Managementssystemen, insbesondere in Hinblick auf die Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur

Beschreibung: Durch die Entwicklung einer smarten Energieverteilung zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeug kann der Nutzerkomfort erhöht und die Netzstabilität verbessert werden. Eine KI-basierte Überwachung und Steuerung des Ladevorgangs ermöglicht eine bedarfsgerechte Anpassung der Lade-

geschwindigkeit zur Verbesserung der individuellen Nutzbarkeit.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Entwicklung von Elektroniksystemen mit KI „at the edge“ für das Batteriemangement einschließlich einheitlicher Softwarestandards und -protokolle

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: KDT, BEPA

Entwicklung einer modularisierten, KI-basierten Leistungselektronik zur Gewährleistung eines robusten Power-Managements

Beschreibung: Adaptive Power-Management-systeme können unter Berücksichtigung geplanter oder häufig vorgenommener Fahrtstrecken entsprechende Ent- und Aufladevorgänge zeitlich günstig und kosteneffizient planen. Durch eine Antizipation der demnächst stattfindenden Fahrt unter Nutzung von KI-Technologien kann eine entsprechende Anpassung des Power-Managements vorgenommen werden.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Sinnvolle Abwägung zwischen Modularisierung und Hochintegration, Verknüpfung von Navigation und Ladeinfrastruktur, Verfügbarkeit von Datenquellen, Verfügbarkeit einheitlicher Kommunikationsprotokolle.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: KDT, 2ZERO

Optimiertes Thermomanagement/Kühlung der Leistungselektronik, des Bordnetzes und des Batteriemagementsystems

Beschreibung: Die Entwicklung eines integrierten und ganzheitlichen Thermo-Managements für das Gesamtfahrzeug bedeutet einen Zugewinn an Komfort, eine Verbesserung der Effizienz und eine Verbesserung der Lebensdauer. Eine stetige Analyse kann anhand einer KI-basierten Hotspot-Detektion stattfinden. Durch verteilte Mikro Kühl-Kanäle können thermische Unterschiede ausgeglichen werden.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 5

Herausforderungen: Kosten- und bauraumeffiziente Verteilung der Sensorik im gesamten System, Entwicklung leistungsfähiger Algorithmen

Algorithmen.

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: KDT

Flächendeckende Vereinheitlichung und Einführung von Schnittstellen und Protokollen (zum Beispiel Plug & Charge)

Beschreibung: Eine Vereinheitlichung über regionale und hersteller- und anbieterbezogene Grenzen hinweg steigert die Nutzerfreundlichkeit und verhilft der E-Mobilität zu einer schnelleren Marktdurchdringung.

TRL (2021): 6, **Ziel-TRL:** 9

Herausforderungen: Entwicklung und einheitliche Umsetzung von Plug&Charge-Protokollen

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Innovation, Marktanbahnung

EU-Anknüpfungspunkt: 2ZERO

Entwicklung von Betriebssystemen und Software zur Umsetzung und Steuerung von Energiemanagement-Konzepten und Infotainment

Beschreibung: Die Entwicklung einheitlicher und modularer Betriebssysteme, die über eine gemeinsame Integrationsebene verfügen, gewährleisten eine fortwährende Implementierung aktueller Anwendungen. Somit wird die Aktualität der Software stets gewährleistet.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Entwicklung von zuverlässigen und leistungsfähigen Betriebssystemen, Vereinheitlichung und Integration zur Verringerung der Komplexität.

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

Etablierung eines cloud-gestützten Backends zur Unterstützung und Zentralisierung rechenintensiver Funktionen, Aktualisierungen über Over-the-Air-Updates

Beschreibung: Eine Etablierung eines cloud-gestützten Backends ist zur Unterstützung und Zentralisierung rechenintensiver Funktionen erforderlich. So können Funktionalitäten wie Sprachassistenten, Routenplanung oder Funktionen für das automatisierte und vernetzte Fahren bereitgestellt werden.

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: KDT, BEPA

Verbesserte Sensorik und Systemregelung, energieeffiziente ADAS-Sensorik

Beschreibung: Die Entwicklung einer auf Effizienz optimierten Sensorik ist zur Verbesserung der Gesamteffizienz des Fahrzeugs erforderlich. Eine Effizienzoptimierung kann auch durch Identifikation und Nutzung von Synergien mit weiteren Fahrzeugsystemen vorangetrieben werden.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Identifikation energieintensiver Sensorik, Identifikation von Synergien

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: KDT

Betrachtung der Auswirkungen und der Akzeptanz bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit bei den Nutzer

Beschreibung: Im Zuge der sich verdichtenden elektromagnetischen Emittenten müssen auch die Auswirkungen auf die Nutzer analysiert und bewertet werden. Eine Ableitung von Handlungsstrategien ist erforderlich, um eine solide Nutzerakzeptanz zu gewährleisten.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Identifikationen von Auswirkungen mit auf den menschlichen Körper, Abwägung von Risiken für medizinisch besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen

Politikfelder: Forschung

I.5 Forschungsgebiet: Software im Fahrzeug

Predictive Maintainance

Beschreibung: Eine Etablierung von Funktionen zur Vorhersehbarkeit von Ausfällen und Vernetzung zum Service erhöht den Kundennutzen und eine Vermeidung von Störungen.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Kostengünstige Unterbringung von Sensorik in sämtlichen Baugruppen, Vernetzung der Sensorik, Etablierung einheitlicher Analyse-

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Aufbau einer leistungsfähigen Cloud-Infrastruktur für die Bereitstellung von Over-the-Air-Updates der in den elektronischen Steuersystemen eingebetteten Software, Gewährleistung des Datenschutzes und der Cyber-Security

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: KDT

Umsetzung von Cyber-Security-Konzepten zur Gewährleistung der Verkehrs- und Daten- und Diebstahlsicherheit

Beschreibung: Die Erstellung und Umsetzung von Cyber-Security-Konzepten zur Gewährleistung der Verkehrs-, Daten- und Diebstahlsicherheit ist für die softwarerelevanten Entwicklungsgebiete zwingend erforderlich. Gerade im Hinblick auf das automatisierte und vernetzte Fahren sind entsprechende Strategien frühzeitig zu definieren und umzusetzen.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Die Herausforderungen bestehen in der Absicherung der Schnittstellen zum Fahrzeug, bei der Entwicklung sicherer Datenarchitekturen im Fahrzeug sowie die Absicherung von Over-the-Air-Updates.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Markt-anbahnung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: KDT

II. Handlungsfeld: Energieträger und Speichertechnik

II.1 Forschungsgebiet: Synthetische Kraftstoffe

Anforderungen an synthetische Kraftstoffe und Standardisierung

Beschreibung: Die Forschung muss Anforderungen für synthetische Kraftstoffe prüfen, um eine nachfolgende Priorisierung vornehmen zu können.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen in der Bewertung der Nachhaltigkeit, der Analyse von Voraussetzungen für den großflächigen Einsatz und die Dauerhaltbarkeit im Zusammenhang mit Motoren. Zudem muss an den Konzepten zur Sektorkopplung und der Analyse technischer Anforderungen an synthetische Kraftstoffe gearbeitet werden.

Politikfelder: Forschung, Klima- und Umweltschutz

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Energy Transition

Herstellung von synthetischen Kraftstoffen

Beschreibung: Ziel ist die nachhaltige Herstellung von synthetischen Kraftstoffen aus vornehmlich erneuerbaren Energiequellen (inklusive Power-to-X). Eine Abgrenzung zur Förderausschreibung des BMWi findet statt („Systemübergreifende Forschungsthemen der Energiewende“).

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen dieses Technologiefelds liegen bei der Erzeugung auf regenerativen Energien basierten Kerosins, Diesels und Benzins, der Herstellung von synthetischen Kraftstoffen und der Effizienzsteigerung bei der Herstellung synthetischer Kraftstoffe. Zudem müssen Energiedichte und Konzepte zur optimalen Nutzung von Überproduktion erneuerbaren Stroms für die Kraftstoffherstellung optimiert werden.

Politikfelder: Forschung, Klima- und Umweltschutz

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Energy Transition

II.2 Forschungsgebiet: Tanks für Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe

Wasserstoffspeicher für Nutzfahrzeuganwendung (Druckspeicher und Kryo-Speicher)

Beschreibung: Die Entwicklung von Druck- und Kryospeichern zur Anwendung im Bereich der Nutzfahrzeuge ist ein wichtiger Grundstein, um Wasserstoffmobilität sicher zu implementieren.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei der Flachbauweise der Tankbehältersysteme, unter Einsatz von thermoplastischen Halbzeugen. Die Entwicklung von kohlefaserbasierten Materialien für die H₂-Tanks stellt eine weitere Herausforderung dar.

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Hydrogen

Überwachungssensorik

Beschreibung: Das Ziel ist die Schaffung einer Überwachungssensorik zur Einflussanalyse über die gesamte Lebensdauer. Eine Abgrenzung zum BMVI-Programm „Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie“ (H2D4EV) ist erforderlich.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei der kontinuierlichen technischen Überwachung, der State-of-Health-Analyse sowie der Überwachung der Alterung von Tanks (Anzeichen von End-of-Life). Weiter müssen die H₂-Sensorsysteme für Abgas) und die Algorithmen zur Sensorsignalverarbeitung verbessert werden.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Hydrogen

Chemische/Biobasierte H₂-Speicher

Beschreibung: Für die Speicherung von H₂ können auch flüssige organische Trägermaterialien („Liquid Organic Hydrogen Carriers“, LOHC) oder Metallhydride zum Einsatz kommen.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei der Entwicklung und Erprobung von Wasserstoff-

Tanks auf Basis von flüssigen organischen Wasserstoffträgern und Leichtmetallhydriden.

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Hydrogen

II.3 Forschungsgebiet: Elektrochemische Energiespeicher

Entwicklung effizienterer, nachhaltiger Zelltechnologien

Beschreibung: Ziel ist die Entwicklung neuer Zelltechnologien über den Stand der Technik hinaus (zum Beispiel Feststoffbatterien, Li-S-Batterien, LMNO-Zellen). Abgrenzungen zu folgenden Fördermittelausschreibungen sind erforderlich: „Batteriematerialien für zukünftige elektromobile, stationäre und weitere industrierelevante Anwendungen (Batterie 2020 Transfer)“ (Forschung), IPCEI on Batteries (BMW), „Systemintegration: Netze, Speicher, Sektorkopplung“ (BMW), „Batterie 2020! (Forschung), IPCEI on Batteries, BMW“.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderung liegen bei der Weiterentwicklung von Feststoffbatterien (auf Basis dreidimensionaler Stromableiter), von Redox-Flow-Batterien sowie von Hochenergie- und Hochleistungsbatteriezellen (Anoden aus Silizium, Dicksichtelektroden). Zudem sind neue Materialkombinationen zu prüfen, wie die Li-S-Batterien, Mg-S-Batterien, Metall-Luft- und Metall-Sauerstoff-Batterien sowie an LMNO-Zellen.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA

Nachhaltige Produktion von Modulen/Packs & Zell-Sorting

Beschreibung: Ziel ist die Entwicklung von Verbindungstechnologien und speziellen Prozesstechniken bei der Produktion von Zellen, Modulen und Packs. Eine Abgrenzung zu den folgenden Fördermittelausschreibungen findet statt: „Batteriematerialien für zukünftige elektromobile, stationäre und weitere industrierelevante Anwendungen“, Batterie 2020 Transfer (Forschung), IPCEI on Batteries (BMW), Systemintegration: Netze, Speicher, Sektorkopplung (BMW), Batterie 2020 (Forschung)

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 9

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei der Weiterentwicklung von Stapelprozessen, der Entwicklung einer intelligenten Batteriezellproduktion sowie der Definition einer effizienten und effektiven Qualitätsbestimmung für Batteriezellen in der Zellproduktion und bei der Abstimmung von Kriterien für die Eingangskontrolle in der Modulproduktion. Des Weiteren muss an der Integration von Materialien, die die Wärmepropagation hemmen, in den Batteriemodulbau, am Leichtbau für EV-Packs und an der Qualifizierung von zu vermeidenden Materialien gearbeitet werden. Zudem muss die Propagation basierend auf einem besseren Verständnis der schnellen Vorgänge in einer Zelle während des Thermal Runaways erforscht werden.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Markt-anbahnung

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA

Battery Management Systems

Beschreibung: Zur sicheren Integration von Batterien in die Fahrzeugarchitektur sind Algorithmen und Applikationen für ein intelligentes Batterie-Management-System (BMS) zu verbessern und an neue Gegebenheiten anzupassen.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht darin, Algorithmen zur Lebensdauervorhersage (Remaining-Useful-Lifetime – RUL), zur Bestimmung der betriebsbedingten Alterung (Einfluss von Betriebsführungsstrategien auf die Alterung), zur Optimierung der Lade- und Betriebsführungsstrategien (insbesondere für das Schnellladen von E-Fahrzeug-Batterien), zur korrekten Ladezustands- und Alterungsbestimmung, zur Kommunikation mit anderen Steuergeräten, zur Vorgabe beziehungsweise Bereitstellung entsprechender Parameter der Batterie zu entwickeln. Ferner sollte eine standardisierte Software zum einfachen Auslesen des BMS bei EoL-Batterien programmiert werden. Forschung und Entwicklung kann die Potentiale für KI-Anwendungen abschätzen.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA, 2ZERO, KDT

Zellintegrierte Sensorik, State-of-X & Thermomanagement

Beschreibung: Durch zellintegrierte Sensorik zur Überwachung, Thermomanagement und Berechnung von State-of-X kann eine energetische Optimierung des Wärmehaushalts im Fahrzeug realisiert beziehungsweise der Thermal Runaway und

die thermische Propagation verhindert werden. In Zustandsanalysen können damit der State-of-Charge, State-of-Health (bezogen auf Kapazität, Energie und Innenwiderstand), State-of-Function und State-of-Energy untersucht werden.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen gehört die Optimierung der (prädiktiven) Betriebsführungsstrategien für die Regelung der Pumpen/Lüfter zur Kühlung/Vorheizung unter Verwendung von elektrothermisch gekoppelten Batteriemodellen sowie die Verbrauchs- und Emissionssenkung. Zudem muss die Motorkühlung in jedem Betriebspunkt gewährleistet werden und der Innenraumkomfort optimiert werden. Weitere Herausforderungen liegen bei der Erforschung von Sensorik zur genauen Echtzeit-Temperaturüberwachung, der Standardisierung der Begriffe in der Zustandsbestimmung (Nowcasting) sowie die Entwicklung neuer Methoden zur State-of-X-Abschätzung mit Hilfe von Machine-Learning-Techniken.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA, 2ZERO, KDT

Predictive Maintenance

Beschreibung: Dieses Technologiefeld umfasst die prädiktive Instandhaltung und die dazu notwendigen Prognosetechniken (unter anderem Nowcasting, Forecasting).

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen zählen KI-unterstützte Vorhersagen des Batteriezustandes, die Echtzeit-Bestimmung des Batteriezustands (Echtzeit-Daten) sowie die Entwicklung eines intelligenten BMS zur Unterstützung von Predictive Maintenance (zum Beispiel KI-gestützter Ladeplan).

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA

Life-Cycle-Analyse und Zellalterung

Beschreibung: Erarbeitung von Testverfahren, Modellierungsmethoden und Versuchstechnik für elektrochemisches und mechanisches Verhalten von Batteriezellen speziell im Hinblick auf Alterungsprozesse. Zudem muss die systematische Analyse der Umwelteinwirkungen der Batteriezellen während des gesamten Lebensweges bis zum Recycling/Wiederverwertung von Komponenten bis hin zur Rückgewinnung von Materialien durchgeführt werden.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen gehören die Übertragung der Erkenntnisse aus der Alterungsuntersuchung auf den Batteriemodulbau (optimierte Moduldesigns), die Entwicklung der Methoden für die beschleunigte Charakterisierung, Klassifizierung und Qualifizierung gealterter Zellen/Module, sowie die Entwicklung der effizienten elektrisch-thermisch-mechanischen gekoppelten Modelle unter Berücksichtigung der zellspezifischen Alterung. Weiter sind spezifische Einwirkungen (zum Beispiel externer Druck) auf Alterungsmechanismen, Sicherheit und Lebensdauer zu untersuchen. Testverfahren, Modellierungsmethoden und Versuchstechnik für elektrochemische und mechanische Alterung von Batteriezellen sind ebenso weiterzuentwickeln und standardisieren. Ferner bedarf es standardisierter LCA-Methoden entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: PPP on BEPA, 2ZERO, Processes4Planet

II.4 Forschungsgebiet: Integration von Energieträgern und Speichertechnik

Systemintegration von Batteriesystemen und H₂-Tanks

Beschreibung: Dieses Technologiefeld umfasst die sichere und bauraumsparende Integration von Batteriesystemen und H₂-Tanks in das Fahrzeugsystem.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen gehört die Entwicklung verschiedener Technologien, peripherer Komponenten sowie Methoden zur Systemintegration innerhalb des Fahrzeugs. Weiterhin sind Batteriewechselrichter, das Energiemanagementsystem, Battery-as-a-Service/Battery-Swapping, modellbasierte Verfahren für ein optimiertes Energiemanagement in Bezug auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Performance, die Adaption an Alterungszustand der Zellen und die Tests/Prüfungen im Bereich der funktionalen Sicherheit zu untersuchen. Für die Integration von H₂-Tanks samt Kühlmedien in das Fahrzeug muss die Bauweise der Tanks möglichst platzsparend konzipiert werden. Des Weiteren bedarf es Tests und der Zulassung.

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: PPP on BEPA, 2ZERO

Upgradebare Batterien

Beschreibung: Für das Upgrade von Batterien muss das Zusammenspiel von Hardware und Software des Batterie-Managements sichergestellt werden.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Einsatz geeigneter Materialien, Identifikation von Optionen für die technische Umsetzung

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA

Retrofit- Batteriesysteme

Beschreibung: Um Batteriesysteme neu zusammenzusetzen, müssen sie entsprechend aufbereitet werden.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Herausforderungen liegen bei der Zusammensetzung unterschiedlich großer Batteriesysteme aus Standardbatteriemodulen.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Markt-anbahnung

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA

Hochintegrierte Batteriezellen

Beschreibung: Die Integration rahmenloser Packentwicklung in das Fahrzeug muss auf die automotiv Anwendbarkeit überprüft werden.

TRL (2021): 1, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Integration vom Pack über das System zum Fahrzeug, Einsatz eines Thermalmanagements, Absicherung der Batteriezellen

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA, 2ZERO

Systemüberwachung

Beschreibung: Die Systemüberwachung soll die kontinuierliche Zustandsüberwachung und Ausfallerkennung im Betrieb umsetzen.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Kontinuierliche technische

Überwachung des Systems, Informationsverarbeitung und Weitergabe, Einsatz KI-gestützte Algorithmen

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA, 2ZERO

II.5 Forschungsgebiet: CO₂-Capturing

Materialentwicklung

Beschreibung: Um CO₂ zu speichern, müssen entsprechende Materialien entwickelt werden, die energiesparsam arbeiten.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen gehört die Entwicklung neuer Adsorbentmaterialien mit hoher Adsorptionskapazität und geringen Regenerationsanforderungen, einer hohen Langzeitstabilität und schneller Kinetik. Die Verwendung von Dual-Function-Materialien, bestehend aus einem Sorptionsmittel und einer katalytisch aktiven Komponente, ist dahingehend zu analysieren.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Markt-anbahnung, Klima- und Umweltschutz

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Energy Transition

Methodenentwicklung

Beschreibung: Dieses Technologiefeld beinhaltet die Weiterentwicklung der Methode für effizientes CO₂-Capturing.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Weiterentwicklung Direct-Air-Capture, Weiterentwicklung CO₂-Absorption aus Biomasse, Weiterentwicklung der CO₂-Absorption aus industriellen Emissionen

Politikfelder: Forschung, Klima- und Umweltschutz

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Energy Transition

Speicherung und Nutzung von CO₂ (zum Beispiel On-board-CO₂-Capturing)

Beschreibung: Potentiale für Speicherformen und die weitere Nutzung des CO₂ sind zu untersuchen. Dazu zählen besondere Formen wie das On-board-CO₂-Capturing für CO₂-intensiven Lastkraft- und Schiffsverkehr.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Herstellung von Methanol aus industriell entstandenem CO₂, Speicherung von CO₂ und mobiler Speicher, Bauraumoptimierung für CO₂-Capturing-Methoden

Politikfelder: Innovation, Klima- und Umweltschutz

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Energy Transition

II.6 Forschungsgebiet: Implementierung

Einführungsstrategien und Rahmenbedingungen

Beschreibung: Für die erfolgreiche Implementierung alternativer, nachhaltiger Energieträger und Speichertechniken (inkl. spezifischer Einführungsszenarien) sind Einführungsstrategien zu identifizieren und erproben.

Herausforderungen: Entwicklung einer nutzerfreundlichen Einführungsstrategie für alternative nachhaltige Energieträger und Speichertechniken unter Einbezug der Gesellschaft, Entwicklung modellbasierter Einführungsstrategien

Politikfelder: Innovation

Schnittstellentechnologie und -management zwischen Lade-Infrastruktur und Fahrzeug

Beschreibung: Das Schnittstellenkonzept für Infrastruktur und Fahrzeug muss entwickelt und erprobt werden, um alternative Kraftstoffe und Speichertechnik in die Stadt und das Mobilitätssystem zu integrieren.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Gesamtkonzeptentwicklung für die Schnittstellen, Weiterentwicklung von Fast Charging > 300 kW, Standardisierung der Betankungs- und Ladeprotokolle, Betankungsgeschwindigkeit (max. Temperatur des Drucktanks, Durchmesser des Tankstutzens, etc.)

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: 2ZERO, Clean Hydrogen

Dezentrale und nachhaltige Herstellung von H₂ und weiteren Energieträgern

Beschreibung: Weiterentwicklung von Verfahren wie die Elektrolyse zur Herstellung von nachhaltigen Energieträgern wie H₂.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Weiterentwicklung von effizienten, kostengünstigen, nachhaltigen Elektroden-

materialien und der Elektroden/Elektrolyt-Grenzschicht

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Hydrogen for Europe, Clean Energy Transition

Energiemanagement 3.0

Beschreibung: Das Energiemanagement 3.0 strebt ein gesamtsystemisches, sektorübergreifendes Energiemanagement an.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Entwicklung eines dezentralen, sektorübergreifenden Energiemanagements unter der Ausschöpfung der Potentiale der interdisziplinären Zusammenarbeit.

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: Clean Energy Transition, Driving Urban Transitions

Wiederverwertung und Recycling

Beschreibung: Das Recycling/Wiederverwertung von Komponenten bis hin zu Rückgewinnung von Materialien für die Batterie, die H₂-Tanks und andere Speicher erlauben die Einsparung von Primärmaterialien und minimiert die damit zusammenhängenden umwelt- und gesundheitsschädlichen Formen der Materialförderung.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen besteht in der Entwicklung der Methoden zur schnellen Qualifizierung von gealterten Zellen, Modulen, Packs, Steigerung der Quote bei der Materialrückgewinnung, Entwicklung nachhaltiger, adaptiver Recyclingverfahren und -prozesse, adaptiver Recyclingverfahren (anpassbar auf unterschiedliche Zelltypen), Entwicklung von Methoden zur Abwägung von Recycling und Aufbereitung beziehungsweise Second-Use. Dafür sind neue Konzepte und Prozesse für Second-Use, beziehungsweise Kombination aus Second-Use und Recycling zu entwickeln.

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: BEPA, 2ZERO, Processes4Planet

III. Handlungsfeld: Automatisiertes und vernetztes Fahren

III.1 Forschungsgebiet: Intelligente Umgebungserfassung und Steuerung

Sensorik und Sensordatenfusion

Beschreibung: Steigende Automatisierungslevel erfordern fortgeschrittene Sensoren mit höherer Auflösung und Dynamik sowie gesteigerten Detailinformationen. Die Sensorik und Sensordatenfusion beinhaltet Signal- und Informationsverarbeitung sowie eine ganzheitliche Betrachtung von Sensoren und der nachfolgenden Signalverarbeitung.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen in der Weiterentwicklung von Sensoren in Bezug auf Dynamik sowie Rechenleistung. Ein Augenmerk liegt speziell auf der Sensorredundanz, den KI-gestützten Sensorsystemen, der energiesparenden Sensorik und des Sensorbaukastenprinzips. Im Hinblick auf die Sensordatenfusion liegen potentielle Herausforderungen in der Anforderung von Echtzeitfähigkeit und der Algorithmus-Entwicklung bei Rechner-systemen für die Sensordatenverarbeitung. Darüber hinaus ist die Plausibilisierung von Sensorinformation sowie die KI-basierte Sensordatenbearbeitung erforderlich.

Politikfelder: Innovation, Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, KDT, AI & Robotics

Ausfallsichere und zuverlässige Umfeld- und Verkehrserkennung

Beschreibung: Die Ausweitung der Operational-Design-Domain durch Wetter, Witterung, Tages- und Jahreszeiten sowie die robuste Verkehrs- und Infrastrukturerkennung auch in komplexen Umgebungen stellt die Basis des automatisierten Fahrens dar.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderung liegt in der Wetter-, Witterung-, Tages- und Jahreszeiten-robusten, ausfallsicheren und zuverlässigen Verkehrs- und Infrastrukturerkennung, welche auch bei hoher Komplexität und in unterschiedlichen Geschwindigkeitsbereichen gewährleistet sein soll.

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, KDT

Dynamische, hochpräzise, sicherheitskonforme Umfeldkarten

Beschreibung: Dynamische, hochpräzise, funktionale und sicherheitskonforme Umfeld-Karten

sind entscheidend, um sicheres und energiespar-sames Fahren zu gewährleisten.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Echtzeitabgleich der Um-feld-Sensorik mit Kartendaten, Integrität, Umgang mit Unsicherheiten im Umfeld, Kartenaktualität, Updatebarkeit

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Szenen- und Situationsprädiktion

Beschreibung: Für die Sicherheit des auto-matisierten Fahrens müssen zuverlässige Erkennung, Interpretation und Vorhersage von Intentionen anderer Verkehrsteilnehmer (Fahrzeuge, Fußgänger und Radfahrer, ...) innerhalb weniger Sekunden gewährleistet werden.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Neben dem Echtzeit-Regelungskonzept und der modellprädiktiven Regelung, ist auch die Einbindung künstlicher Intelligenz, Intentionserkennung durch leistungsstarke Algorithmen im Fokus der Forschungsaktivitäten. Darüber hinaus stellt das Deep-Learning eine weitere Herausforderung dieses Forschungs- und Techno-logiefelds dar.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, KDT, AI, Data & Robotics

KI-Methoden und Big-Data-Analyse

Beschreibung: Zur Optimierung von Bandbreite, Geschwindigkeit, elektromagnetischer Verträglichkeit und funktionaler Sicherheit bei der Datenübertragung im elektronischen Steuersystem des Fahrzeugs sind Potentiale und der Einfluss von künstlicher Intelligenz zu erforschen. Darüber hinaus ist zu klären, wie fahr-zeug- und infrastrukturseitig Rechenkapazitäten ge-nutzt und Datenbestände analysiert werden können. Des Weiteren muss die Abstimmung zwischen Soft-ware, Hardware und funkti-onal-logischer Steuerung berücksichtigt werden.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei der Entwicklung effizienter Hardware-Architekturen zur besseren Umsetzung der An-forderungen aus KI-Systemen zur Vorhersage von

Aktivitätsmustern, zur Unterstützung von Sensorik, zur Anwendung neuromorpher Prozessoren und zur Optimierung der situativen Wahrnehmung. Zuletzt muss das Zusammenspiel von fahrzeug- und infra-strukturseitigen Rechenkapazitäten durch Verlegung von Lernaufgaben in die Cloud konzipiert und erprobt werden. Dazu sind systemische Untersuchungen von Wirkketten durchzuführen, um eine Steigerung der Sicherheit einzelner Hardware- und Softwarekomponenten und der Gesamteffizienz zu garantieren. Dabei muss neben dem Übergang einer rein statischen Netzwerksteuerung zur hochdynamischen Steuerung unter Berücksichtigung von Sicherheitsanforderungen, auch der Übergang von bandbreitenorientierter Optimierung zu latenzorientierter Übertragung vorbereitet werden. Der Übergang von Einzelpaketübertragung zu Datenobjektübertragung ist zu betrachten. Die Qualität und Sicherheit der Datenübertragung zur Kopplung von V2V und in-Vehicle-Kommunikation müssen gesteigert werden. Dabei stellen sich Fragen zur Daten-selektion und -reduktion bei Big-Data-Anwendungen. Hierzu ist die Optimierung von Bandbreite und Geschwindigkeit essentiell.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, KDT, AI, DATA & Robotics, Smart Networks & Services

III.2 Forschungsgebiet: E/E-Systemarchitektur

Skalierbare zentrale Architektur des Energie- und Datenbordnetzes

Beschreibung: Dieses Technologiefeld umfasst die Entwicklung ausfallsicherer, selbstheilender und ressourceneffizienter E/E-Architekturen zur Steuerung automatisierter Fahrfunktionen. Dazu zählen Energie- und Bordnetze mit einer synergetischen Kombination zentraler und zentraler Topologien.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen hierbei bei speziellen Konzepten für Datenaustausch und Datenspeicherung auf Ebene der Transportnetzarchitektur, sowie bei Systemintegrität, die die funktionale Sicherheit gewährleisten soll. Weitere Herausforderungen liegen in der vertikalen Integration und in der Entwicklung von leistungsfähigen und energiesparsamen Chips für die zonale und zentrale Steuerung von anspruchsvollen Fahrfunktionen.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, KDT

Übergreifende, gesamtheitliche Sicherheitsarchitektur & Cyber-Security sowie gesicherte Verbindung zur Cloud

Beschreibung: Der Schutz von Steuergeräten und des Bordnetzes ist für den ausfallsicheren Fahrbetrieb zu gewährleisten. Dabei müssen Störgrößen wie Hackerangriffe, Manipulation und systemische Ausfälle betrachtet werden. Die funktionale Sicherheit darf nicht durch äußere und innere Einwirkung gefährdet werden. Daher ist eine zuverlässige Ausfallerkennung durch automatisierte, kontinuierliche Eigenbewertung der Steuerungs- und Entscheidungsfähigkeit des Fahrzeugs zu gewährleisten, die umgehend Maßnahmen ergreift.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen gehört die Gewährleistung der funktionalen Sicherheit, der Ausfallsicherheit sowie die Reduktion der Komplexität elektronischer und elektrischer Systeme bei gleichbleibenden Sicherheitsmechanismen. Des Weiteren müssen die Anforderungen an systemweite Selbstüberwachung, Methoden für Entwicklung von Überwachungsmetriken, sowie das Ableiten der nötigen Ausführungsqualität in der Operational Design Domain (ODD) erfüllt werden. Hierbei soll die Selbstüberwachung als Teil der technologie-diagnostischen Sicherheitskonzepte eingeführt werden. Außerdem gilt es, die Bewertungen, die Anforderungen, die Sicherheitsargumentation, die Diagnose und die Fehlertoleranz von Fail-degraded-Systemen abzustimmen. Ferner soll die Cyber-Security-Weiterentwicklung von Datenverschlüsselung im modellbasierten Entwicklungsansatz gewährleistet werden.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, KDT

Kontinuierliche Upgrade/Update-Ability

Beschreibung: Dieses Technologiefeld umfasst die kontinuierliche Upgrade/Update-Fähigkeit sowie die Untersuchung der Auswirkungen technischer auf regulatorische Aspekte (zum Beispiel Homologation).

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen gehört neben der Absicherung der Integration von neuen Funktionen durch neue Plattform-Überwachungs- und Steuerungsmechanismen auch die Erforschung der Auswirkung von Over-the-Air-Updates auf die Homologation.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, KDT

III.3 Forschungsgebiet: Digitale Infrastruktur und Vernetzung

Sichere V2X-Kommunikation & interoperabler Datenaustausch

Beschreibung: Eine zuverlässige Kommunikation zwischen Fahrzeugen, anderen Verkehrsteilnehmern und Infrastruktur muss für das vernetzte Fahren sichergestellt werden. Dafür ist die Nutzung geteilter Datenpools, Protokolle, Datenformate für den interoperablen Datenaustausch wichtig.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht darin, die Kompatibilität unterschiedlicher technischer Ausstattungen hinsichtlich der Sensoren, Kommunikation, HD-Daten und Computing-Power im Mischverkehr zu gewährleisten. Die Anforderungen an Functional Safety, Safety of the Intended Functionality und Cyber-Security an die Kommunikation zwischen den verteilten Sensoren der Verkehrsteilnehmer hinsichtlich der Latenzketten, Geschwindigkeit/Bandbreite/Verfügbarkeit des Kommunikationskanals, Nachrichtenformate und -inhalte, sind abzustimmen. Dabei spielen herstellerübergreifende Entwicklungs- und Testumgebungen (standardisierte APIs, interoperable Datentypen/-formate, gemeinsamer Datenpool) eine wichtige Rolle. Ferner sind Anforderungen an Datenakquisition und -labeling zu klären.

Politikfelder: Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, AI, Data & Robotics Kooperative Fahrfunktionen

Beschreibung: Kooperative Fahrfunktionen ermöglichen eine fahrzeugübergreifende Verhaltensentscheidungsfindung im Open-World-Kontext.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen gehören die Entwicklung der Test- und Prüfmethodik und Tools, Szenarien und Use Cases im innerstädtischen Verkehr. Sichere Erkennung von VRUs (zum Beispiel Erhöhung der Genauigkeit der VRU-Detektion, VRU-Lokalisierung und VRU-Verhaltensprädiktion). Des Weiteren ist die funktional sichere und manipulationssichere Trajektorien-Abstimmung zwischen mehreren Verkehrsteilnehmern zu erforschen. Weiterhin müssen Strategien zur Verkehrsflussverbesserung via Nutzung der Fahrzeugflottendaten für eine Backbone-gesteuerte Routenabstimmung beziehungsweise Routenvorgabe erprobt werden. Latenz und Latenzverkettungen bei der Kommunikation und Abstimmung von Verkehrsteilnehmern müssen behoben werden.

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Kooperatives, dynamisches Umgebungs- und Verkehrsmodell & dynamisches Verkehrsmanagement

Beschreibung: Zur Sicherstellung eines kooperativen koordinierten Miteinanders verschiedener Fahrzeuge mit unterschiedlicher technischer Ausstattung ist eine umfangreiche Vorentwicklung erforderlich. Durch Simulationen und eine anschließende Umsetzung von kooperativen dynamischen Umgebungs- und Verkehrsmodellen kann das automatisierte Fahren im Mischverkehr schrittweise angestrebt werden. Erforderlich ist hierbei auch eine Umsetzung eines autonomen Verkehrsmanagements.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Die Herausforderung liegt in der Erfüllung von Anforderungen an Absicherungsmaßnahmen für kooperative in Abhängigkeit vom Automatisierungsgrad (SAE Level 1-5). Dabei ist die Bereitstellung von Test- und Prüfmethodik und Tools sowie die Entwicklung spezifischer Modelparameter erforderlich. Ferner sind Modelle für die Kommunikation zwischen verteilten Sensoren zu entwickeln.

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Zuverlässige physische und digitale Infrastruktur

Beschreibung: Für das automatisierte und vernetzte Fahren müssen geteilte Datenpools, Protokolle, Datenformate für den interoperablen Datenaustausch genutzt werden.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen darin, eine herstellerübergreifende Entwicklungs- und Testumgebung zu entwickeln und Anforderungen an Datenakquisition und -labeling zu erfüllen (Genauigkeitsanforderungen bei 2D/3D-Bounding-Boxes, Objektklassifikationstypen, Referenzdatensatz).

Politikfelder: Innovation, Marktanbahnung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, AI, DATA & Robotics, Smart Networks & Service

Leitstelle/Remote-Control

Beschreibung: Die Sicherheit des automatisierten Fahrens wird durch Überwachung und Tele-Operation

über externe Leitstellen erhöht. Hierbei steht die Schnittstelle zur externen Leitstelle mit den entsprechenden Anforderungen und Möglichkeiten im Vordergrund.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen darin, Teleoperation mit deterministischer Zeitverzögerung zur Einhaltung von Echtzeitanforderungen („Network-Slicing“) sowie eine fehlerfreie Datenübertragung zu ermöglichen.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

III.4 Forschungsgebiet: Mensch-Maschine-Interaktion

Fahrerzustandserkennung

Beschreibung: Um die sichere Führung des Fahrzeugs zu gewährleisten, muss eine motorische, sensorische und kognitive Fahrerzustandserkennung erfolgen. Durch die Aufmerksamkeitserfassung kann die Verkehrssicherheit erheblich verbessert und Übergabeszenarien klarer definiert werden.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen in der Weiterentwicklung der Sensorik und neuer Methoden der Fahrerzustandserkennung. Ferner ist die Ableitung und Etablierung (zum Beispiel in der Normung) international akzeptierter Messskalen zum Fahrerzustand durchzuführen. Dabei sind Methoden der ergonomischen Aufmerksamkeitslenkung, der Emotionserkennung anzuwenden (Arousal und Valenz von Grundemotionen zur Steuerung/Konfiguration von Assistenzfunktionen).

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Kollaborative HMIs für intuitive, inklusive Mensch-Maschine-Interaktion & intelligente, bidirektionale Außenkommunikation

Beschreibung: Sichere und zeiteffiziente Übergabestrategien zwischen Mensch und Maschine sind zu gewährleisten. Dazu zählen kollaborative Systeme zur gemeinsamen Leistungserstellung zwischen Mensch und Maschine. Eine bidirektionale, intelligente Außenkommunikation des Fahrzeugs mit dem Umfeld und Menschen durch Gestenerkennung und Geräuschwahrnehmung kann die Interaktionsfähigkeit automatisierter Fahrzeuge verbessern.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen darin, neue, kooperative Interaktionskonzepte zwischen Mensch und Maschine zu erforschen. Entsprechende Technologien und Methoden der ergonomischen Aufmerksamkeitslenkung sowie intuitiver Interaktionsmethoden zwischen Fahrzeug und Umgebung stehen dabei im Fokus. Darüber hinaus gibt es Möglichkeiten der lichtbasierten Außenkommunikation und Kombinationen von Kommunikations- und Ortungsmethoden.

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Ergonomie und universelles Design

Beschreibung: Die Ergonomie automatisierter Fahrfunktionen ist entscheidend für die Akzeptanz der Nutzer. Bei der Weiterentwicklung der Fahrzeuge stehen Interieur-Design, Insassenschutzsysteme, Insasseninformation, Interaktion und die Vermeidung von Reise- und Bewegungskrankheit besonders im Fokus.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Weiterentwicklung von Methoden der ergonomischen Aufmerksamkeitslenkung sowie des Informations- und Interaktionsdesign für Nutzer mit unterschiedlichen Anforderungen

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

III.5 Forschungsgebiet: III Verifikation, Testen und Validieren

Testspezifikation und Szenarien aus realen Verkehrsmodellen

Beschreibung: Für das erfolgreiche Testen und Validieren bedarf es einer vorgelagerten Risikoanalyse und der Standardisierung der Testspezifikationen und Methoden, Tools, Testszenarien und Systemspezifikationen für Prüfstellen.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen darin, Anforderungen und Spezifikation der Tools für die Verifikation (Test-Case-Generierung) und auch für die Validierung festzulegen. Es ist ein Anforderungsmanagement zu erarbeiten.

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Innovation, Marktanbahnung

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Entwicklung von virtuellen Testverfahren und Validierung der Verfahren

Beschreibung: Das Technologiefeld umfasst die Entwicklung von Referenzsensorik zum virtuellen Testen von Fahrzeugsensorik. Dabei ist eine domänenübergreifende Modellierung von Prozessen, Komponenten und Systemen zum virtuellen Testen realistischer Verkehrsmodelle und von Fahrzeugen erforderlich.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht in der Entwicklung von Test- und Validierungsumgebungen sowie in der Abstimmung und Prüfung einer standardisierten Metrik für die Quantifizierung der Detektionsgüte (zum Beispiel Schwellwerte für True Positives bei Objekt- und Manövererkennung). Dies ermöglicht die Ergebnisvergleichbarkeit, Erfüllung von Anforderungen an die Genauigkeit der Objekt- und Umfeld-Erkennung und Vorhersage des Verhaltens von Verkehrsteilnehmern. Es müssen Verfahren und Anforderungen an die Sensor- und Systemkalibration zum Erreichen der notwendigen Zielperformance entwickelt werden. Die Interoperabilität von Sensor- und Hardwareelementen muss gewährleistet werden. Die Erfüllung von Anforderungen an die Modelltiefe, I/O-Schnittstellen und -parameter ist notwendig. Dabei hilft die Erstellung eines standardisierten Parameterraums für Simulation sowie die Validierung der Modell- und Simulationsgüte.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Marktanbahnung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM, KDT

Fusion realer und virtueller Tests

Beschreibung: Potentiale für reale und virtuelle Testverfahren beziehungsweise eine Kombination aus beiden müssen identifiziert werden.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 8 (Marktanbahnung)

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen in der zielgerichteten Kombination der Stärken verschiedener Testplattformen und -tools. Eine Aufteilung der Testanteile auf die Testphasen ist erforderlich. Weiterhin ist die Einrichtung einer multidimensionalen Validierungskette notwendig, die sowohl über verschiedene Plattformen als auch über die horizontale V-Modell-Ebenen (SW, Komponente, System, Fahrzeug) reicht.

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Forschung, Marktanbahnung

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Automotivetaugliche Anwendung (AVF) künstlicher Intelligenz in der Entwicklung

Beschreibung: Die Potentiale für den Einsatz von KI in der Entwicklung von AVF müssen erforscht werden.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei der Erarbeitung von Validierungsverfahren für KI-basierte Softwareentwicklungsmethoden (zum Beispiel sicherheitsrelevante Validierung von neuronalen Netzen), der Entwicklung von Simulationsumgebungen für Training von KI und der Erforschung von unsupervised- und reinforced-learning-Strategien und Konzeption von Methoden für Perzeption. Darüber hinaus müssen Validierungsverfahren für Objekt- und Manövererkennung, -tracking und -prädiktion und für Routen- und Trajektorienberechnung und -abstimmung vollzogen werden. Die Definition von Hardware- und Software-Anforderungen für die Onlineausführung von datenbasierten Algorithmen steht dabei im Fokus. Im Verkehrsbereich ist dabei stets die Echtzeitausführung unter limitierten Ressourcen (ADAS ECU im Fahrzeug) relevant.

Politikfelder: Forschung,

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

III.6 Forschungsgebiet: Rechtliche und regulatorische Aspekte

Standardisierung

Beschreibung: Die Standardisierung sowohl technologischer als auch regulatorischer Aspekte spielt eng miteinander zusammen beim automatisierten und vernetzten Fahren.

Herausforderungen: Festlegung von 2X-Standards und Standards für Zertifizierung

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

Verkehrsregulation

Beschreibung: Eine auf das automatisierte Fahren angepasste Verkehrsregulation ist entscheidend für eine sichere Einführung des automatisierten und vernetzten Fahrens auf der Autobahn, auf dem Land und in der Stadt.

Herausforderungen: Beachten der V2X-Standards und Standards für Zertifizierung

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

Data Privacy & Ownership-Modelle

Beschreibung: Es bedarf eines rechtlichen Rahmens für die Datennutzung sowie die Untersuchung von Regulationen zur Stärkung des individuellen Datenschutzes.

Herausforderungen: Gewährleistung der Zuverlässigkeit und Sicherheit bei Datennutzung, sowie des individuellen Datenschutzes

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

Inspektionen im laufenden Betrieb

Beschreibung: Die Fahrzeuginspektion muss für das automatisierte und vernetzte Fahrzeug auf neue Anforderungen hin geprüft werden, um mithilfe neuer Technologien Inspektionen durchzuführen zu können. So soll die Sicherheit des Fahrzeugs zu jeder Zeit gewährleistet werden können.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Übergang von periodisch-technischer zu kontinuierlich-technischer Inspektion (inkl. Absicherung von Upgrades)

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

IV. Handlungsfeld: Produktion

IV.1 Forschungsgebiet: Mensch und Maschine Hand in Hand

Ergonomische Augmented- und Virtual Reality-Anwendung in Produktion & Aus- und Weiterbildung

Beschreibung: In diesem Technologiefeld geht es um die Einblendung von Echtzeit-Informationen auf detektierten Triggerpunkten (zum Beispiel bestimmten Maschinenbauteilen) über Endgeräte wie Tablets, Helme/Brillen zur Überwachung von Funktionen der Maschinen, Warenbestände, Prozesse sowie zum Assistieren von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen, zum Anlernen. Virtual Reality kann aber auch gezielt dazu genutzt werden, Arbeitssysteme digital zu simulieren und somit zur präventiven Planung ergonomischer Prozesse und Systeme zu nutzen. Ferner behandelt es die fortwährende Sicherstellung und Verbesserung der Ergonomie digitaler, hybrider und analoger Arbeitsschritte, die die psychische und physische Gesundheit der Arbeitenden nachhaltig gewährleistet.

TRL (2021): 5, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Simulation von Arbeitsschritten vor Integration in den Fabrikbetrieb, Identifikation von Anwendungsszenarien für Co-Creation, individualisierte Beanspruchungsoptimierung, belastungsoptimierte Rotation, Bereitstellung von relevanten Echtzeitdaten, schnelle und einfache Anpassung der Lernszenarien durch die betrieblichen Anwender, Abschätzung der Gefährdungspotentiale mentaler Belastung, Erforschung von Potentialen zur Planung von Produktionsumgebungen.

Politikfelder: Innovation, Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: Made-in-Europe

Ergonomische, intuitive Mensch-Technik-Interaktion, kollaborative, automatisierte/autonome Robotik

Beschreibung: Die Zusammenarbeit zwischen Menschen und robotischen Maschinen wird der Kern der Arbeit 4.0, die intelligente Funktionalitäten oder zumindest automatisierte Funktionen so anwenden, dass sie agieren und auf Arbeitende und anderen Maschinen sinnvoll reagieren und mit ihnen sicher und produktiv zusammenarbeiten. Um Arbeitsprozesse optimal unter psychologischen und ergonomischen Aspekten aufeinander abzustimmen, ist es entscheidend abzuwägen, welche Aufgabenschritte von Maschinen übernommen werden sollen, bei welchen es Kooperationsmöglichkeiten gibt und für welche Arbeitsschritte der Mensch besser geeignet ist. Hier findet eine Abgrenzung zu ICT-Call 07, GC 3 statt.

TRL (2021): 5, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Planung von Arbeitsprozessen, Lösungen für das Lernen mit den Arbeitenden, Art der Überwachung des Gelernten, zuverlässige Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen im Vorfeld, ergo-nomische und arbeitspsychologische Fragen, Effizienz.

Politikfelder: Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

(Digitale) Lernkonzepte für das lebenslange lernen

Beschreibung: Neue Produktionstechnologien erfordern eine ständige Überarbeitung von bekannten Prozessen. Dieses Technologiefeld umfasst nicht nur neue Arbeitsprozesse im Kontext von klassischen Produktionsmaschinen und intelligenten Robotern, sondern auch neue organisatorische Aspekte, die Arbeitsschwerpunkte von Arbeitenden in der Fabrik 4.0 verlagern, zum Beispiel weg von der eigentlichen Produktion, hin zur Überwachung und prädiktiven Wartung von Maschinen, Monitoring von Warenflüssen in der Industrie 4.0. Diese neuen Arbeitsschritte erfordern die Aus- und Weiterbildung des Personals, das die neuen Technologien anwenden soll. Es ist davon auszugehen, dass der Einsatz digitaler Lernmittel und der digitalen Werkzeuge zunimmt und sich dadurch Jobprofile verlagern. Schulungen und Ansätze für kontinuierliches lebenslanges Lernen müssen darauf reagieren, um Mitarbeitende bei dem Einsatz neuer Technologien mitzunehmen.

Herausforderungen: Erforschung geeigneter Lernkonzepte, neue Formen der Arbeitsorganisation, Vorbereitung von Mitarbeitenden, Konzepte zur Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung neuer von Virtual- und Augmented-Reality

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Horizon Europe Cluster 4

Ethische Implikationen der Arbeitsorganisation

Beschreibung: Ethische Fragestellungen sind zu prüfen, die sich im Einsatz neuer Technologien der Robotik/Künstlichen Intelligenz, HMIs sowie durch unterschiedlichen Bedarfen der Arbeitenden wie Schutz, Zumutbarkeit und Belastbarkeit ergeben können.

Herausforderungen: Abwägung und Festlegung ethischer Implikationen vor allem bei der Frage der Zumutbarkeit der Arbeit in automatisierten Fabriken, Untersuchung der ethischen Implikationen des Baus und des Einsatzes und der Kontrollierbarkeit selbstlernender Maschinen. Entscheidend ist die Berücksichtigung der Begrenzung der KI selbst, da mensch-

liche Ethik nicht objektiv ist und Ethik nicht maschinell erlernbar ist. Zwar können möglicherweise Barrieren vorgegeben werden oder maschinelle Handlungen vorgegeben werden, allerdings können Maschinen daraus nicht Werte abstrahieren oder verstehen, ob das Gelernte gut oder schlecht ist, bevor sie das Gelernte in Handlungen in neuen Situationen analog einsetzen.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

Sicherheitsanforderungen an intelligente Maschinen sowie deren Testmethoden & Zulassungskriterien und (KI-basierte) Konzepte für den Arbeitsschutz

Beschreibung: Die Sicherheit intelligenter Maschinen hängt von vielen Aspekten ab. Neben der Sicherheit der Komponenten ist es entscheidend sicherzustellen, dass das System für das maschinelle Lernen die richtigen Aktionen erlernt und sinnvoll zur Anwendung bringt.

Herausforderungen: Neue Testverfahren, Entwicklung von Testverfahren für das maschinelle Lernen, sicherer und effizienter Einsatz neuer Arbeitskonzepte, Übernahme in den Regelbetrieb, Zulassungskriterien für intelligente Maschinen. Es ist zu untersuchen, welche Aufgaben von intelligenten Maschinen übernommen werden können. Es ist zu prüfen, ob die KI in den Maschinen oder extern (in der Cloud) arbeitet. Ferner ist zu prüfen, inwiefern jede Maschine für sich oder im Schwarm lernt. Es ist unter anderem zu untersuchen, wie intelligente Maschinen hinsichtlich der Lernergebnisse überprüft werden müssen (Re-Zertifizierung).

Politikfelder: Innovation, Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

IV.2 Forschungsgebiet: Fabrik und Produktionssystem

Automatisierte, software-definierte Produktentwürfe und Produktion mittels digitaler Zwillinge

Beschreibung: Im Zuge der Automatisierung kann der gesamte Prozess vom Entwurf über die Produktion bis zur Konfektionierung automatisiert werden und durch digitale Zwillinge sowohl des Produkts als auch der Produktionslinie überwacht werden. Durch die Simulation von Produkten und Produktionssystemen können Fehler im Vorfeld aufgedeckt und entsprechende ebenso Lösungen simuliert werden. Die Simulationen können auch dazu dienen, Arbeitsschritte und Bauteilpaarungen und deren Alternativen miteinander zu vergleichen,

um die Produktionsplanung zum Beispiel hinsichtlich der Auslastung und des Ausschusses zu verbessern. Schließlich können mittels eines digitalen Zwillings Ökobilanzierungen durchgeführt und Lieferketten-daten gespeichert werden. Durch die Simulation von Produkten und Produktionssystemen können Fehler im Vorfeld aufgedeckt und entsprechende Lösungen simuliert werden. Für die Produktion gibt der digitale Zwilling entsprechende Informationen an die Produktionslinie.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Simulation des Produktionssystems, Bilanzierung der Wertschöpfung, Verankerung des digitalen Zwillings im Produktentwicklungsprozess, Potentiale zur Vermeidung von Fehlern, Ausschuss sowie Ressourcenverschwendung, Erforschung der Automatisierung von Produktionsabläufen

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe, Process4Planet

Nachhaltige, gesundheitsverträgliche CO₂-neutrale Dispositions- und Produktionsplanung, -steuerung und -ausführung

Beschreibung: Die Disposition von Gütern und die Produktionsplanung müssen zur Erreichung ehrgeiziger Klimaziele nachhaltig aufgestellt werden. Die Steuerung des Systems muss alle Güter so disponieren, dass sie mit möglichst wenig Energieaufwand bereitgestellt werden können. Die gesamte Kopplung der Planung mit anderen Energie-, Wasser- und Wärmekreisläufen in der Fabrik kann zusätzlich Effekte erzielen, um überflüssige Energie zu speichern. So kann in der Produktion entstandene Wärme genutzt werden oder Brauchwasser weiterverwendet werden.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Durch Forschung und Entwicklung müssen alle Produktionsplanungsmethoden, aber auch die Produktionsschritte zur Erreichung der CO₂-Neutralität überarbeitet beziehungsweise neu entwickelt werden. Dazu ist eine Voraussetzung die Nachverfolgbarkeit von Lieferketten zu ermöglichen und technisch zu realisieren, um geeignete CO₂-arme Güter zu verwenden und diese mit kurzen Transportwegen zu sich zu holen. Echtzeitdaten von der Verfügbarkeit, der Nachfrage müssen in die Produktionsplanung und -steuerung einfließen, damit keine Energie bei Überproduktion sowie die Bereitstellung von Ressourcen und Komponenten verbraucht wird. Die Planung muss Alternativen für alle energieaufwendigen Teilschritte finden. Weiterhin muss die Kommunikation für Planung und Steuerung

selbst über effiziente Vernetzung zwischen den Planungsschnittstellen und den Produktionslinien energiesparsam durchgeführt werden.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Klima- und Umweltschutz

EU-Anknüpfungspunkt: Process4Planet

Auf Re- und Upcycling & Ressourcenschutz ausgelegte Produktdesigns und Fertigungsprozesse

Beschreibung: Fokus dieses Forschungsfeldes ist die Erforschung und Entwicklung für die Wiederaufbereitung von Stoffen, Materialverbänden und von Gütern sowie Maschinen. Um den Ressourceneinsatz zu schonen, können verschiedene Methoden eingesetzt werden. Einerseits können Materialien so konstruiert werden, dass weniger Material bei gleicher Stabilität eingesetzt wird. Auf der anderen Seite müssen die Produktionsverbände insgesamt so ausgestaltet werden, dass sie so wenig Ressourcen wie möglich einsetzen und verschwenden.

Herausforderungen: Verfahrenstechnik, effiziente Upgrades von Maschinen, Ersetzen von Materialien, abfallfreie Bauteilkonzeptionierung, Planung von Produktionsverbänden mit Materialrückführung/ Materialkreislauf

Politikfelder: Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Process4Planet

Additive Fertigung

Beschreibung: Durch den 3D-Druck für Kunststoffe, Metalle und Legierungen können Bauteile vor Ort hergestellt werden. So entfallen Lieferwege und Lösungen können nach Kundenwunsch flexibel und in kleiner Stückzahl angefertigt werden. Weiterhin ermöglichen Verfahren der additiven Fertigung neue Freiheitsgrade in der Produktgestaltung, die gezielt genutzt werden können, um innovative Produkte zu realisieren. Dieses Feld wird zum Programm „Linienintegration additiver Fertigungsverfahren (LAF)“ abgegrenzt.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Vermeidung von Materialinkonsistenzen und bei der Taktzeit aktueller additiver Fertigungsanlagen, Darstellbarkeit der Industrialisierung in Pilotlinien, durchgängig digitale Prozessketten

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

Fehlerfreie, hochpräzise Fertigung ohne Ausfallzeiten, und (vorausschauende), non-invasive Qualitätsanalyse

Beschreibung: Angetrieben wird dieses Forschungsfeld dadurch, dass die Fertigung durch neue Präzisionstechnologien Ausfallzeiten vermeiden kann. Ferner können Qualitätskontrollen ohne Störung von Material und Funktionen mittels prozessintegrierter Sensorik vorgenommen werden.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Für dieses Technologiefeld müssen Präzisionstechnologien in verschiedenen Bereichen optimiert werden. Zudem müssen nicht-invasive und zerstörungsfreie Methoden zum Erkennen von Materialeigenschaften und Qualitätsparametern weiter erforscht werden. Die frühe Charakterisierung von Bauteilen erlaubt neue maschinenübergreifende Qualitätsregelansätze in der Produktion, um Ausschuss zu vermeiden.

Politikfelder: Forschung

Biologisierung der Technik und wandelbare Produktionslinien

Beschreibung: Der Fokus liegt auf der Nutzung der Analogie biologischer Prozesse in der Entwicklung von Stoffen sowie der Eigenschaften von Stoffen. Eine Abgrenzung findet zum „Ideenwettbewerb Biologisierung der Technik“ statt.

Herausforderungen: Nutzbarmachung von biologischen Prozessen, Erfüllung der Eigenschaften für die automobilen Anwendung

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

Symbiose Anlage, Gebäude und Umfeld (unter anderem hinsichtlich Energie, Stoffströme, klimatischer Bedingungen)

Beschreibung: Durch die Einbeziehung von Daten aus Anlagen und Gebäuden können Steuerungsprozesse nachhaltiger und optimiert laufen, so kann Wärme aus der Produktion in der Halle in andere Teile des Gebäudes umgeleitet werden. Dafür ist eine entsprechende Infrastruktur einzurichten. Die Auswertung von Daten aus dem Umfeld können in der Industrie 4.0 die Verbesserung der Produkte und der Produktion unterstützen, dafür können Umweltdaten wie Außentemperaturen, Niederschlagsmenge in bestimmten Ländern einbezogen werden, um Material auf die Umwelt vorzubereiten.

Herausforderungen: Die Herausforderungen in

diesem Technologiefeld umfasst das Softwaresystem und Standardisierung von Daten, um beispielsweise intelligente Kollaborationen zu ermöglichen. Dies gilt speziell auch für eine Erweiterung auf die gesamte Lieferkette, sowie die Analyse von Big Data aus dem Umfeld der Rohstoffe sowie des Produkteinsatzes und deren Auswertung für die Produktion, zum Beispiel durch Künstliche Intelligenz.

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Process4Planet

IV.3 Forschungsgebiet: Digital- physische Wertschöpfungssysteme

Bauteilgetriebene, modulare, kohlenstoffarme Produktion (skalierbare, rekonfigurierbare und flexible Fertigung) in Wertschöpfungssystemen zur individuellen Massenproduktion

Beschreibung: Bauteile als „sprechende“ Produkte sind wichtig für die Massen-Individualisierung, denn sie können den Wertschöpfungssystemen individuell anzupassende Konfigurationen mitteilen. Demnach wird die Produktion entsprechend rekonfiguriert. Hier sollte auch eine Abstimmung mit den Kundenwünschen erfolgen.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Kommunikation zwischen Bauteil und Produktionslinie, Wandelbarkeit, Skalierbarkeit

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Process4Planet

Virtuelle End-to-End-Lebenszyklusentwicklung und -Fertigung vom Produkt über die Produktionslinie bis hin zur Fabrik und Fertigungsnetzwerk

Beschreibung: Durch die virtuelle Abbildung des gesamten Lebenszyklus lassen sich Daten zur Lieferkette, zur Produktion und zur Weiterverarbeitung nach Gebrauchsende genau festhalten, so dass weniger Stoffe verloren gehen, weil sie im Re- oder Upcycling erkannt werden können.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Virtualisierung von Stoffen und Gütern, Erhebung der relevanten Daten

Politikfelder: Forschung, Innovation, Klima- und Umweltschutz

EU-Anknüpfungspunkt: Process4Planet

Künstliche Intelligenz für produktive, exzellente, robuste und agile Fertigungsnetzwerke

Beschreibung: Erforschung und Entwicklung einer künstlichen Intelligenz, die sich dazu eignet, Fertigungsnetzwerke robust, produktiv, exzellent und wandlungsfähig zu koordinieren und zu steuern.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Entwicklung von Algorithmen für die effektive Steuerung unterschiedlicher Fertigungslinien

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

Vorausschauende Fertigung & Logistik sowie robuste, resiliente und anpassungsfähige Produktionsstrategien

Beschreibung: Für die nächste Generation der Produktionswelt müssen vorausschauende Softwarelösungen für die Analyse von Fertigungskapazitäten und eine entsprechende Logistik zur Bereitstellung von Gütern für die Fertigung erforscht werden. Dies sollte insbesondere auch Kapazitäten in Form von Mitarbeiterqualifikationen umfassen.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Entwicklung von Anpassungsstrategien, vorausschauende Planungssoftware, Stückzahlskalierung, globale Ausgestaltung der Fertigungsnetzwerke, Sicherstellung der Ressourcenverfügbarkeit, Weiterentwicklung der Standort-Rollenkonzepte im Hinblick auf entsprechende Anpassungsstrategien

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

Nachverfolgbare Lieferketten

Beschreibung: Über die Nachverfolgbarkeit der Güter und Lieferketten entlang der Wertschöpfungskette können nachhaltige Kriterien über den ganzen Lebenszyklus von Produkten überwacht werden.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Sammlung von Daten zur Herkunft und über die Bestandteile von Werkstoffen und einzelner Komponenten, Unverfälschbarkeit des Tracking-Codes, Erforschung von Standards zur Rückverfolgbarkeit

Politikfelder: Forschung, Innovation

Wiederaufbereitungs-, und Recycling-Technologien zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Re-Manufacturing

Beschreibung: Vor dem Hintergrund der Ressourcenknappheit und möglicher politischer Konflikte ist die Erforschung und Erprobung von Kreisläufen in der Produktion zur Wiedernutzung von Stoffen, Materialien und Gütern notwendig. Darüber hinaus sollen CO₂-neutrale Ressourcen in den Kreislauf aufgenommen werden. Weiterhin gilt es, Geschäftsmodelle zu entwickeln, die Anreize schaffen, um eine kreislaufbasierte Produktion zu fördern. Für eine diesbezügliche Umgestaltung des Produktionsnetzwerks gilt es entsprechende Infrastrukturen zu etablieren. Weiterhin gilt es, Geschäftsmodelle zu entwickeln, die Anreize schaffen, um eine kreislaufbasierte Produktion zu fördern. Für eine diesbezügliche Umgestaltung des Produktionsnetzwerks gilt es, entsprechende Infrastrukturen zu etablieren.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Identifikation und Verwertung kreislaufbasierter Materialien, Organisation der Kreisläufe für die bedarfsgerechte Bereitstellung der Ressourcen, Identifikation und Umsetzung von Möglichkeiten zur Vermeidung von Treibhausgasen, wirksame Kompensation von CO₂, Erforschung von Migrationspfaden und Konzepten für die Produktionsplanung, Verfahrenstechnik, effiziente Upgrades von Maschinen

Politikfelder: Forschung, Innovation, Klima- und Umweltschutz

EU-Anknüpfungspunkt: Process4Planet

IV.4 Forschungsgebiet: Neue Produktionsansätze

Co-Creation-Produktservices für kundenorientierte und kundennahe Fertigungsnetzwerke

Beschreibung: Von Interesse ist die Erforschung und Entwicklung von kollaborierenden, smarten Services für eine kundenzentrierte Fertigung. Dazu zählen digitale und physische Methoden der Co-Creation.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Konzeption und Erprobung der Kundeneinbindung in frühe Phasen mit größtmöglichem Nutzen

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

Zeit- und ortsunabhängige Produktionsansätze

Beschreibung: Durch neue Arbeits- und Interaktionskonzepte mit Maschinen können Produktionsschritte auch flexibel erbracht werden. Eine Abgrenzung findet hier zu den Forschungsfördermaßnahmen statt („Zukunft der Arbeit“, „Präventive Maßnahme für die sichere und gesunde Arbeit von morgen“).

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Remote-Steuerung und -Monitoring von Produktionssystemen, Identifikation von Ansätzen zur zeitunabhängigen Produktion

Politikfelder: Forschung, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

Asset-unabhängige Produktion (zum Beispiel durch shared Assets) und digitale Geschäftsmodelle

Beschreibung: Neue Produktionstechnologien und Organisationskonzepte sowie die gesellschaftlichen Trends zum Sharing erlauben es in Zukunft Produktionsorte und -mittel gemeinsam zu nutzen. Der Plattformgedanke (Plattformökonomie) steht im Fokus der Betrachtungen.

Herausforderungen: Organisation der Logistik, Gestaltung der Wandelbarkeit von Produktionslinien und Arbeitsorganisationskonzepten, gleichmäßige Auslastung aller verfügbaren Produktionsmittel

Politikfelder: Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

IV.5 Forschungsgebiet: Datenmanagement und Kommunikation

Sichere Vernetzung von Produktionsmitteln und Wertschöpfungssystemen

Beschreibung: Es geht um die Erforschung und Entwicklung von Technologien und Dateninfrastruktur zur Vernetzung gesamter Wertschöpfungsketten. Datensicherheit stellt einen wichtigen Aspekt dar. Des Weiteren ist die Erforschung und Erprobung von Cyber-Security-Technologien von höchster Priorität.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Gewährleistung der Sicherheit von Schnittstellen und der Systemstruktur zur Vernetzung des Unternehmens und seiner Produktionsmittel, Angriffsschutz über eine Vielzahl von Schnittstellen, Updateability und Upgradeability

Politikfelder: Forschung, Innovation
Transparenz, Datenintegrität & Standards

Beschreibung: Die Erforschung und Entwicklung für die Schaffung von Datenintegrität entlang des gesamten Produkt- und Fertigungszyklus ist erforderlich, um Vertrauen und Transparenz zu erreichen. Die Virtualisierung der Lieferkette bildet hierbei einen wichtigen Schritt.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht darin, sicherzustellen, dass Daten über den gesamten Produkt- und Fertigungszyklus vertrauensvoll verwendet und gespeichert werden.

Politikfelder: Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

Digitale Plattformen, Dateninfrastrukturen und Datenmanagement

Beschreibung: Bei der Umsetzung digitaler Plattformen ist die Erforschung und Entwicklung einer geeigneten Dateninfrastruktur vonnöten. Darüber hinaus muss ein solides Datenmanagement gewährleistet werden.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Schaffung einer allgemeinen und effizienten Dateninfrastruktur

Politikfelder: Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

Data-Ownership-Modelle

Beschreibung: Dieses Feld befasst sich mit der Sensibilität der Daten und der dafür nötigen Data-Ownership-Konzepte.

TRL (2021): 2, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Zertifizierung von Data-Ownership-Modellen, Schaffung von Data-Ownership-Ansätzen, nutzerzentrierte rechtliche und technische Garantie von Daten-Eigentum

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: Made in Europe

V. Handlungsfeld: Materialien und Werkstoffe

V.1 Forschungsgebiet: Konstruktionswerkstoffe für das Automobil

Hoch- und höchstfeste Stähle mit reduzierter Dichte und erhöhtem Elastizitätsmodul

Beschreibung: Die Entwicklung einer neuen Generation hoch- und höchstfester Stähle, zum Beispiel mit dem Ziel der Erhöhung des E-Moduls, der Duktilität und der Reduzierung der Dichte zur Ermöglichung eines kosteneffizienten Leichtbaus steht im Fokus dieses Technologiefelds.

TRL (2021): 2, **Ziel-TRL:** 5

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen gehören die Abwägung der Materialeigenschaften, die Anpassung der Eigenschaften an den Anwendungsfall sowie die Prüfung der Prozessstauglichkeit. Des Weiteren spielt auch die Digitalisierung der gesamten Prozesskette eine zentrale Rolle, um die Entwicklungszeiten vom Material zum Produkt zu verkürzen. Weitere Herausforderungen umfassen die Optimierung der Stähle hinsichtlich ihrer Schweißbarkeit und Korrosionsbeständigkeit, zum Beispiel zur Befähigung als Werkstoff für Hochdrucktanks oder Festigkeitsträger für Reifen, die Verbesserung von Tailored Properties zur Gewährleistung eines kosteneffizienten, integrativen Leichtbaus und anforderungsgerechte Bauteildimensionierungen.

Politikfelder: Forschung

Leichtmetalle: Aluminium und Magnesium

Beschreibung: Entwicklung von großserientauglichen Aluminium- und Magnesiumlegierungen von hoher Festigkeit und Beständigkeit. Optimierung von Gießprozessen, um beispielsweise den Einsatz bei dünnwandigen Karosseriestrukturen und sicherheitsrelevanten Fahrwerksstrukturen zu erleichtern.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei der Energiebilanz, Abwägung der Materialeigenschaften, der Anpassung der Eigenschaften an den Anwendungsfall sowie der Prozessstauglichkeit. Zusätzlich müssen Recycling-Verfahren so verbessert werden, dass keine sortenreine Vorsortierung mehr erforderlich ist.

Politikfelder: Forschung, Innovation

Eigenschaftsoptimierte Kunststoffe und Faserverbünde (GFK, CFK, Endlosfaser)

Beschreibung: Dieses Technologiefeld umfasst

einerseits die Weiterentwicklung automotivetauglicher Kunststoffe mit hoher Temperaturbeständigkeit, Festigkeit und guter Recyclingfähigkeit. Dabei sollen natürliche Rohstoffquellen als Basis genutzt werden. Andererseits sind automotivetaugliche CFK-Herstellungsverfahren weiterzuentwickeln mit dem Ziel der Recycling- und Wiederverwertbarkeit der CFK-Bauteile.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht bei der Vorbereitung der Großserientauglichkeit und Sicherstellung der Recyclingfähigkeit und Optimierung der Energiebilanz. Optimierung von Großserien-Fertigungsprozessen, Entwicklung skalierbarer Reparaturkonzepte.

Politikfelder: Forschung, Innovation

Metall-Kunststoff-Sandwiches

Beschreibung: Hybride Werkstoffe mit Kombinationen von Metallen und Kunststoffen in Sandwichstrukturen werden an Bedeutung im Fahrzeugbau gewinnen.

TRL (2021): 2, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht in der Sicherstellung der Güte der Verbindung und des Verhaltens bei zum Beispiel Temperaturänderungen und darin, kostengünstigen Herstellprozesse zu entwickeln.

Politikfelder: Forschung

Polymere und Metalle für die hybride additive Fertigung

Beschreibung: Für die industrielle Anwendung müssen sowohl additive Fertigungsmethoden weiterentwickelt und deren Befähigung zur Automotivetauglichkeit erreicht werden. Ferner können der individuellen Gestaltungsmöglichkeiten durch den Einsatz des 3D-Drucks in der Reifenproduktion neue Chancen ermöglicht werden.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht in der Sicherstellung der Materialgüte sowie die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, insbesondere im Hinblick auf Kleinserien und Kleinststückzahlen sowie die lokale Versorgung mit Ersatzteilen, zum Beispiel auch bei Unterbrechungen der Lieferketten.

Politikfelder: Forschung

Recycelte und biobasierte Materialien

Beschreibung: Dieses Feld adressiert die Erforschung neuer recycelter und biobasierter Materialien, zum Beispiel für Reifen, zur Verbesserung der Energieeffizienz und der Rolleigenschaften. Selbstheilende Materialien zur Verbesserung der Pannensicherheit können eingesetzt werden, um den Lebenszyklus zu verlängern. Ferner sind Verfahren zur Nutzung von Naturfasern zur Verstärkung von Verbundmaterialien zu entwickeln.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Zu den Herausforderungen gehören die Abstimmung anwendungsgerechter Materialeigenschaften, die Herstellung der Prozess-tauglichkeit, die Verbesserung der Automotive-Tauglichkeit, die Befähigung für neue Einsatzszenarien im Automotive-Kontext sowie die Ausschöpfung der guten Recyclingpotentiale.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Klima- und Umweltschutz

Dämm- und Isoliermaterialien

Beschreibung: Mit dem Einsatz verbesserter Dämm- und Isoliermaterialien können thermische, und akustische Eigenschaften optimiert werden. Im Optimalfall vereinen die Materialien eine akustische Dämpfungs- und eine thermische Dämpfungsfunktion, sodass eine Gewichtsoptimierung erzielt wird.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderungen sind die Abstimmung der anwendungsgerechten Eigenschaften und die Gewährleistung der Recyclingfähigkeit. Die Kombination von Dämmung der Akustik und Wärme kann durch die integrative Betrachtung, zum Beispiel mit Blick auf Elektromobilität, erfolgen.

Politikfelder: Forschung

Thermofluide

Beschreibung: Dieses Feld umfasst die Weiterentwicklung von Thermofluiden als Betriebsmittel.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderung ist eine Verbesserung der anwendungsspezifischen Eigenschaften für die Anwendung im Fahrzeug, zum Beispiel Kühlung oder Schmierung, sowie Umwelt-verträglichkeit und chemische Stabilität.

Politikfelder: Forschung, Innovation

V.2 Forschungsgebiet: Funktionale Materialien für Antrieb, Steuerung und Fahrbetrieb

Seltene Erden für Hartmagnete in E-Maschinen mit hoher Leistungsdichte

Beschreibung: Erforschung und Einsatz von Seltene-Erd-Materialien und -Materialsystemen für Permanentmagneten mit hoher Leistungsdichte für die E-Maschine.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Das Gewicht muss reduziert und Potentiale für die Kostenersparnis bei den Materialien vergrößert werden, ohne das magnetische Moment zu beeinträchtigen. Zusätzliche Herausforderungen liegen bei der Abstimmung anwendungsgerechter Materialeigenschaften sowie der Erreichung der Prozess-tauglichkeit. Denkbar ist die Entwicklung von magnetisch gekoppelten Material-Systemen.

Politikfelder: Forschung

Wide-Bandgap-Halbleiter für die Leistungselektronik

Beschreibung: Wide-Bandgap-Halbleiter, wie Siliziumcarbid- und Galliumnitrid-Halbleiter, müssen für eine effizientere Leistungselektronik mit geringeren Verlusten optimiert werden.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen bestehen in der Verbesserung der thermischen Beständigkeit, der Verarbeitung höherer Frequenzen und Spannungen, sowie Verbesserung der Zuverlässigkeit. Dabei sind die Materialeigenschaften zu definieren.

Politikfelder: Forschung

Materialien für Batterien und Speicherzellen

Beschreibung: Die Verfügbarkeit von Materialien wie Kobalt für Elektroden oder Lithium für Speicherzellen ist begrenzt.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Neue Wege der Förderung und Recycling sind erforderlich.

Politikfelder: Forschung

(Selbstheilende) Aufbau- und Verbindungstechnologien

Beschreibung: Unter Nutzung neuer Prozesse können Aufbau- und Verbindungstechnologien, wie selbstheilende Kontaktmaterialien, die Zuverlässigkeit erhöhen.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Die Herausforderung liegt in der chemischen Forschung zu selbstheilenden Materialien sowie in der Abstimmung für die automotivetaugliche Anwendbarkeit.

Politikfelder: Forschung

Elektrische Isolation und Brandschutz durch Polymerengineering

Beschreibung: Der Einsatz neuartiger und verbesserter Polymere erhöht den Brand- und Flamm-schutz in elektrisch und thermisch stark beanspruchten Baugruppen.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) durch Isolation, Abstimmung der Materialeigenschaften vor allem hinsichtlich Nichtbrennbarkeit, Erforschung von Anwendungsfällen

Politikfelder: Forschung

Materialinnovationen für hochauflösende Sensorik

Beschreibung: Um die Sicherheit des Fahrzeugs und das automatisierte Fahren zu ermöglichen, müssen Smart Materials angewendet werden, die optische Eigenschaften von Sensoren hinsichtlich Auflösung und Kontrast aufweisen. Die Temperaturstabilität von Materialien muss verbessert werden. Gleichzeitig kann durch Anwendung pyroelektrischer beziehungsweise thermoelektrischer Materialien eine Energiewandlung erreicht werden (Energy Harvesting), um den Energieverbrauch der vielen Sensoren im Automobil zu senken.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Anwendungsdefinition, (elektro-)chemische Forschung zum Erreichen von hochauflösenden Materialeigenschaften. Ferner gilt es, das Energy Harvesting zu erforschen.

Politikfelder: Forschung

Materialinnovation für energiesparsames Fahrerlicht

Beschreibung: Um Energie im Fahrzeug zu sparen, können Materialinnovationen dazu beitragen, welche die Effizienz des Fahrerlichts zu verbessern.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Für das energiesparende Fahrerlicht sind Halbleitermaterialien für automotive Lichtenwendungen, die elektrotechnische Effizienz und die Lichtausbeute von Materialien, zu verbessern.

Politikfelder: Forschung, Innovation

V.3 Forschungsgebiet: Funktionale Werkstoffe für das Interieur und Exterieur

Funktionale Gläser (Illumination, Displays, Transparenz) und Beleuchtung

Beschreibung: Gläser und Displays können ohne Materialaufwand für Knöpfe in das Interieur eingearbeitet werden, Fahrer warnen oder als multifunktionale Oberflächen dienen, zum Beispiel für verschiedene HMI-Funktionen.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Herausforderungen liegen bei der Forschung und Entwicklung der haptischen Steuerung, der Oberflächenbeschaffenheit, der ergonomischen Integration im Fahrbetrieb (zum Beispiel haptisches Feedback, ohne hinschauen zu müssen).

Politikfelder: Forschung

Sensorfunktionalitäten in Materialien (zum Beispiel Oberflächen mit Berührungs- oder Annäherungssensorik mit haptischem Feedback)

Beschreibung: Sensorische Funktionalitäten von Materialien im Fahrzeuginnenraum verbessern die Interaktionsmöglichkeit mit dem Fahrzeug und die Sicherheit.

TRL (2021): 2, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderung liegt bei der Integration sensorischer Funktionalitäten in Materialien im Innenraum und in deren sicherer Funktion. Es gilt, Potentiale für Anwendung zu erforschen, zum Beispiel zur Erkennung der Verschmutzung in Sharing-Fahrzeugen.

Politikfelder: Forschung, Innovation

Morphing von Oberflächen, Elastokalorik & Formgedächtnis

Beschreibung: Glatte Oberflächen können als multifunktionale Oberfläche eingesetzt werden, wenn diese beispielsweise ihre Oberfläche verändern können, um Elemente zur Steuerung zu formen, zum Beispiel einen taktilen Knopf oder ein Drehrad zur Steuerung der Temperatur. Dadurch kann Bauraum und Material im Interieur eingespart werden.

Herausforderungen: Die Herausforderung liegt darin, Aktoren für das Verformen von Oberflächen und deren elektromagnetischer Steuerung zu erforschen und zu entwickeln sowie den Einsatz der Technologie im Fahrbetrieb zu gewährleisten.

Politikfelder: Forschung

Antibakterielle und selbstreinigende Oberflächenbeschichtungen und Oberflächen

Beschreibung: Vor dem Hintergrund von Hygieneanforderungen durch eine steigende Zahl von Nutzer von Sharing-Fahrzeugen ist es entscheidend, hygienische Oberflächen zu entwickeln, die bestimmte Erreger unschädlich machen, ohne die Gesundheit der Nutzer zu beeinflussen.

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht darin, aktuellen bekannten und zukünftigen Erregern auf Oberflächen keinen Nährboden zu geben.

Politikfelder: Forschung

V.4 Forschungsgebiet: Systemübergreifende Themen

Erhöhung der Verfügbarkeit von Metallen und Kunststoffen (zum Beispiel mittels Urban Mining) und Schluss von Kreisläufen

Beschreibung: Um Materialverfügbarkeit für steigende Mobilitätsnachfrage zu erhöhen und zu gewährleisten, müssen neue Quellen für Materialien identifiziert werden, zum Beispiel Urban Mining.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 8

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen darin, neue Quellen zu identifizieren und diese industriell verfügbar zu machen. Dafür sind Lager mit produktionsrelevanten Mengen zu identifizieren, noch ehe diese als Abfall deklariert und in die Abfallentsorgung gelangen.

Politikfelder: Innovation, Marktanbahnung, Klima- und Umweltschutz

EU-Anknüpfungspunkt: Process4Planet

Bewertung von Materialien hinsichtlich ethischer Implikationen: Faire Materialgewinnung und -erstellung

Beschreibung: Um ethisch verantwortungsvolle Produkte herzustellen, ist es dringend notwendig, Materialien, deren Herkunft und die Arbeitsbedingungen zu prüfen, zu bewerten, gegebenenfalls Alternativen zu finden und Daten so zu dokumentieren, dass sie transparent sind.

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht darin, die Herkunft von Materialien zu dokumentieren, ethische Maßstäbe zu definieren und gegebenenfalls ethische Alternativen zu finden. Dabei sind unter anderem auch Fragen der Weiterverwertbarkeit im gesellschaftlichen Kontext zu klären.

Politikfelder: Innovation, Marktanbahnung

Gesundheitsverträglichkeit von Materialien

Beschreibung: Die Gesundheitsverträglichkeit von Materialien wird durch neue Forschungsergebnisse zum Teil in Frage gestellt. Für die Produktion und den Bau nachhaltiger Fahrzeuge ist es entscheidend, gesundheitsverträgliche Materialien zu verwenden und mögliche, negative Folgen der Anwendung neuer Materialien im Vorfeld zu identifizieren und geeignete Maßnahmen frühzeitig zu ergreifen.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die Herausforderung liegt bei der Identifikation von gesundheitsverträglichen Materialien für das Automobil, die CO₂-neutral produziert werden können, um indirekte gesundheitliche Folgeschäden durch den Klimawandel zu vermeiden. Dazu müssen soziale, ökologische und technische Folgen durch Forschung identifiziert werden und gegebenenfalls geeignete Maßnahmen frühzeitig ergriffen werden (Materialsubstitution, andere Produktionsweise, etc.).

Politikfelder: Innovation

Materialreduzierung und Materialsubstitution

Beschreibung: Für die Einhaltung von Nachhaltigkeitszielen muss der Materialeinsatz in der Produktion sowie im Fahrzeug selbst reduziert werden. Dies ist bereits in der Designphase neuer Fahrzeuge mitzudenken. Darüber hinaus muss analysiert werden, welche Stoffe geeignete Substitute darstellen, um entweder kritische, gesundheitsschädliche Stoffe, aber auch solche Stoffe zu ersetzen, die derzeit im Automobil verbaut sind, um Masse und Stabilität zu geben.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen bestehen darin, entsprechende Materialien zu identifizieren, die gesundheitsschädlich, kritisch verfügbar sind und deshalb durch andere Stoffe ersetzt werden müssen. Darüber hinaus gilt es zu prüfen, welche Stoffe reduziert werden können oder welche ausgetauscht werden können, damit insgesamt weniger Materialien zum Einsatz kommen (zum Beispiel in der Karosserie).

Politikfelder: Forschung

Schadensfestigkeit, Zuverlässigkeit, Haltbarkeit

Beschreibung: Gerade vor dem Hintergrund des Ziels, Materialersparnisse im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu bewirken, ist es notwendig, die Schadensfestigkeit, Zuverlässigkeit und Haltbarkeit für die Sicherheit und Langlebigkeit der verwendeten Materialien zu optimieren.

Herausforderungen: Die Herausforderungen bestehen darin, Materialmängel zu identifizieren, zuverlässige, schadensfeste und haltbare Materialien zu entwickeln und zu prüfen.

Politikfelder: Forschung

(Digitale) Tests und Validierung sowie Methoden (zum Beispiel Simulation mittels digitalem Zwilling)

Beschreibung: Um die Beständigkeit, die Sicherheit und Robustheit von Materialien zu testen, können Tests über digitale Zwillinge der Materialien durchgeführt werden.

Herausforderungen: Die Herausforderungen bestehen darin, geeignete digitale Modelle von Materialien, Testumgebungen und Testszenarien zu erarbeiten.

Politikfelder: Forschung

CO₂-freie Herstellung und Recycling von Materialien

Beschreibung: Vor dem Hintergrund der Bemühungen um Klimaschutz im Verkehr sind die CO₂-Emissionen im gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs zu reduzieren. Einsparpotenziale bestehen auch im Bereich der Herstellung der Werkstoffe, insbesondere bei energieintensiven Verfahren wie der Stahlherstellung.

TRL (2021): 5, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die entscheidende Herausforderung liegt darin, die Herstellungsprozesse mit

Energie auf erneuerbaren Quellen zu betreiben, zum Beispiel die Stahlherstellung mit „grünem“ Wasserstoff.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Klima- und Umweltschutz

VI. Handlungsfeld: Infrastruktur

VI.1 Forschungsgebiet: Tankinfrastruktur

Ausbau des CNG/LNG-Tankstellennetzes, Nutzung landwirtschaftsnaher Biogas-Infrastruktur & Power-2-X

Beschreibung: Zur Weiterentwicklung eines klimafreundlichen Güterverkehrs ist die Fortführung des Ausbaus des LNG-Tankstellennetzes für schwere Nutzfahrzeuge und des CNG-Tankstellennetzes erforderlich. Eine Versorgung mit klimafreundlich erzeugtem Gas würde die Klimabilanz dieser Technologie verbessern. Auch der Aufbau einer landwirtschaftsnahen Biogas-Erzeugung führt zur Verbesserung der Energiebilanz. Der Ausbau von Kraftstoff- oder Gassynthesensystemen zur Speicherung überschüssiger regenerativ gewonnener Energie stellt einen ergänzenden Baustein dar.

TRL (2021): 6, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Finden energetisch sinnvoller Versorgungslösungen, flächendeckende Verfügbarkeit, Identifizieren und Nutzen überschüssiger regenerativer Energie zur Umwandlung

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Klima- und Umweltschutz, Innovation, Marktanbahnung

EU-Anknüpfungspunkt: TEN-T/CEF.

Wirtschaftlichkeitsanalysen bezüglich flächendeckender Tankinfrastruktur, Abfrage der Nutzerbedürfnisse, Standardisierung

Beschreibung: Vor einer flächendeckenden Einführung der Wasserstofftechnologie ist die Durchführung von Wirtschaftlichkeits- und Machbarkeitsstudien bezogen auf die H₂-Infrastruktur erforderlich. In der Analyse sollten auch die Anforderungen verschiedener Nutzergruppen (Pendler, Langstrecke, Nutzfahrzeug-Verkehr) berücksichtigt werden.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Identifikation der Zielgruppen für eine energetisch sinnvolle H₂-Nutzung

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Innovation

Ausbau der H₂-Synthese-Infrastruktur und deren effizienter Energieversorgung, Analyse lokaler Synthesemöglichkeiten für flächendeckende H₂-Versorgung

Beschreibung: Der Ausbau der Wasserstoff-Synthese-Infrastruktur und entsprechender Transportsysteme zu den Tankstellen ist zur Gewährleistung

einer flächendeckenden Versorgung notwendig. Eine Verbesserung der Energiebilanz kann durch kürzere und energieeffizientere Transportwege zum Endverbraucher erreicht werden. Hierbei ist eine Prüfung der wirtschaftlichen und energiebilanziellen Sinnhaftigkeit der lokalen Kraftstoffsynthese erforderlich.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Identifikation und Prognose des H₂-Bedarfs, Entwicklung kostengünstiger lokaler Synthesemöglichkeiten, Verbesserung der Well-to-Tank-Bilanz

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Klima- und Umweltschutz, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Strategische Wertschöpfungskette Wasserstofftechnologien und Produktion

VI.2 Forschungsgebiet: Stationäre Ladeinfrastruktur

Schnellladeinfrastruktur entlang wichtiger Verkehrsachsen, einheitliche Preis- und Abrechnungsmodelle, Plug & Charge

Beschreibung: Zur Steigerung der Nutzerakzeptanz der E-Mobilität ist der Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur abseits des Home- oder Destination-Chargings erforderlich. Die Etablierung eines einheitlichen und verständlichen Roaming-Kostensystems ist zudem erforderlich, um Transparenz zu schaffen.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Flächendeckende Installation von Ladepunkten – auch an weniger lukrativen Standorten, Umsetzung der bereits erarbeiteten Plug-&-Charge-Protokolle, Harmonisierung der Preismodelle

Politikfelder: Innovation, Marktanbahnung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: TEN-T/CEF

Flächendeckendes Destination-Charging, gegebenenfalls Ergänzung durch induktive oder mobile & autonome Ladesysteme

Beschreibung: Eine Weiterentwicklung induktiver Ladesysteme ist anzustreben, um den Komfort beim Laden an häufig besuchten Orten (zum Beispiel Einkaufsmöglichkeiten) zu verbessern. Darüber hinaus müssen Zuverlässigkeit und Ladeeffizienz der induktiven Technologie weiterentwickelt werden. Ergänzend kann eine automatisierte Ladeinfrastruktur

(Lade-Roboter) den Nutzerkomfort und somit die Akzeptanz deutlich steigern.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Ladeeffizienz, Standardisierung, Verschmutzungsproblematik bei induktiven Technologien, elektromagnetische Verträglichkeit, Entwicklung und Erprobung von Lade-robotern

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: 2ZERO

Ladepunkt-basierte Navigation, integrierte Reservierungssysteme

Beschreibung: Die Verknüpfung von Fahrprofilen, Routeninformationen und Kapazitäten der Ladeinfrastruktur ermöglicht die Erhöhung des Nutzerkomforts. Eine Etablierung unkomplizierter Reservierungssysteme dient der Vorbeugung von Engpässen an stark frequentierten Ladepunkten.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Einigung auf eine einheitliche Daten-Austauschplattform, Standardisierung, Datenschutz

Politikfelder: Innovation, Marktanbahnung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: TEN-T/CEF

Analyse und Betrachtung von Akku-Wechselkonzepten/Battery-as-a-Service-Konzepten

Beschreibung: Die Entwicklung von Battery-as-a-Service-Lösungen kann zur Flexibilisierung der Energieversorgung batterieelektrischer Fahrzeuge und zur Verbesserung der Nutzerakzeptanz führen. So könnten Nutzer zum kurzfristigen Zugewinn an Reichweite einen Batterietausch anstatt eines Ladevorgangs wahrnehmen.

TRL (2021): 5, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Bereitstellung eines möglichst großen Batterie-Pools zur Versorgungssicherheit, Behebung des Zielkonflikts zwischen Standardisierung und dem Alleinstellungsmerkmal Traktionsbatterie

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

Flächendeckende Bidirektionalität, Harmonisierung von Fahrzeug- und Infrastruktur, Auswirkung auf Energienetze

Beschreibung: Zur Steigerung der Resilienz ist die Integration von Fahrzeugen in die Energienetze erforderlich. Um dies umsetzen zu können, ist die Implementierung einer flächendeckenden und energieeffizienten Bidirektionalität der Energieübertragung notwendig. Weiterhin ist der Abgleich der jeweiligen Entwicklungsstände auf Fahrzeug- oder Infrastrukturseite erforderlich.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Standardisierung, Harmonisierung beziehungsweise Flexibilisierung der Entwicklungszyklen auf der Fahrzeug- und Infrastrukturseite

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: 2ZERO

Integrierte Stadtplanung, Berücksichtigung von Multimodalität beim Laden, Barrierefreiheit

Beschreibung: Die Umsetzung einer integrierten Stadtplanung ist für die Berücksichtigung der Ladeinfrastruktur für verschiedene elektrische Mobilitätssysteme erforderlich. Die Betrachtung verschiedener Fahrzeugklassen und -konzepte bei der Umsetzung von Charging-Hubs ist notwendig. Darüber hinaus muss in Zusammenhang mit einem flächendeckenden Ausbau von Ladepunkten (und Ladekabeln als Stolperfallen) die Barrierefreiheit für Fußgänger, beispielsweise mit Sehbehinderung gewährleistet sein.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Standardisierung und Flexibilisierung hinsichtlich universellem Design, Integration in zukünftige Mobilitätskonzepte und Stadtplanungen

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

VI.3 Forschungsgebiet: Laden während der Fahrt

Elektrifizierung urbaner ÖPNV-Infrastruktur, Kosten- und Business Case-Analyse in Frage kommender Technologien (zum Beispiel Oberleitungen, Induktiv-Laden)

Beschreibung: Um den urbanen ÖPNV zu elektrifizieren, muss der Ausbau der städtischen Infrastruktur zur Ermöglichung des Ladens ausgebaut werden.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Analyse verschiedener Systeme hinsichtlich Ihrer wirtschaftlichen Machbarkeit, Analyse der Auswirkung des Verbrauchs elektrischer Verkehrsträger auf die vorgelagerten Energienetze

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: 2ZERO

Elektrifizierung wichtiger Verkehrsrouten für Nutzfahrzeuge

Beschreibung: Die Umsetzung von Electric Road Systems auf wichtigen Verkehrsachsen kann einen erheblichen Teil zur Energiewende im Verkehrssektor beitragen. So kann eine flächendeckende Energieversorgung für elektrische Nutz- und Güterfahrzeuge gewährleistet werden.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 8

Herausforderungen: Aufwändige Genehmigungsverfahren, Standardisierung, Betrachtung eines EU-weiten Kontexts für den Güterverkehr

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Klima- und Umweltschutz, Innovation, Marktanbahnung

EU-Anknüpfungspunkt: TEN/CEF

Fahrzeugübergreifende Verknüpfung von Rekuperation und Verbrauch, Energie-Providerkonzepte

Beschreibung: Um eine smarte Energieverteilung im Verkehrsnetz aufzubauen, ist der Ansatz einer fahrzeugübergreifenden Energieverteilung aussichtsreich. Durch eine lokale Verknüpfung von Energieerzeugung und Verbrauch, beispielsweise durch Rekuperation bei Bergab-Fahrten, kann die Gesamteffizienz gesteigert werden. Hierzu ist die Etablierung von Providerkonzepten zur Energieverteilung vonnöten.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 5

Herausforderungen: Etablierung von Providerkonzepten, Definition von Abrechnungsmodellen für Energie, Standardisierung

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: 2ZERO

Standards und Schnittstellen zur Messung und Abrechnung von Energieverbräuchen, lokale Verknüpfung von Erzeugung und Verbrauch

Beschreibung: Bei der Umsetzung smarterer Energienetze ist die Betrachtung des Verbrauchs und der Abrechnung bei einer vernetzten Energieverteilung erforderlich. Hierzu müssen Lösungen erarbeitet werden, die einen Anreiz für einzelne darstellen, sich an einem smarten Energienetz im Verkehr zu beteiligen.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Definition von Standards und Schnittstellen, Erarbeitung von tragfähigen Preismodellen, lokale Verknüpfung von der Energieerzeugung und Verbrauch

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Klima- und Umweltschutz, Innovation

EU-Anknüpfungspunkt: Horizon Europe Cluster 5

Auswirkungen auf vorgelagerte Energienetze

Beschreibung: Bei sämtlichen neuartigen Energieübertragungsverfahren und im Zusammenhang mit der zunehmenden Marktdurchdringung von E-Mobilität müssen die Auswirkungen des Verbrauchs elektrischer Verkehrsträger auf die vorgelagerten Energienetze berücksichtigt werden. Die vorgelagerte Infrastruktur muss in entsprechendem Tempo ausgebaut werden, um die Netzstabilität zu sichern.

TRL (2021): 3, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Sicherung der Netzstabilität, Harmonisierung des Entwicklungstempos der vorgelagerten Infrastruktur mit der Marktdurchdringung der E-Mobilität

Politikfelder: Innovation

Akzeptanzforschung, vor allem bezogen auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Beschreibung: Insbesondere vor dem Hintergrund steigender Energiedichten in den Traktionsbatterien und steigender Ladegeschwindigkeiten ist die Erforschung der Akzeptanz beziehungsweise der elektromagnetischen Verträglichkeit in der Bevölkerung erforderlich. Ein hervorzuhebender Aspekt sind induktive Ladesystemen, die in der Fahrbahn integriert sind.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 6

Herausforderungen: Erforschung der Auswirkungen auf den menschlichen Körper, gegebenenfalls Ableitung von Handlungsoptionen

Politikfelder: Forschung

VI.4 Forschungsgebiet: Kommunikationsinfrastruktur

Verpflichtende Kommunikationsschnittstellen und -standards in den Fahrzeugen

Beschreibung: Die nächste Generation an Fahrerassistenzsystemen sowie das automatisierte Fahren benötigen eine umfassende Vernetzung der Verkehrsteilnehmer und der Infrastruktur. Zur Gewährleistung einer herstellerübergreifenden Vernetzung ist die Etablierung verpflichtender Kommunikationsschnittstellen zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur zwingend erforderlich.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Definition einheitlicher herstellerübergreifender Schnittstellen

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Physikalische Kommunikationsinfrastruktur, Providerstrukturen, Rechenzentren

Beschreibung: Zur Vernetzung von Verkehrsteilnehmern und Infrastruktur ist der Aufbau physikalischer Infrastruktur (zum Beispiel Sensoren, Antennen, Energieversorgung) erforderlich.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Standardisierung, Standortfestlegung unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten (zum Beispiel Denkmalschutz), Genehmigungsverfahren

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM.

Nutzung und Analyse von C-ITS-Infrastruktur und anknüpfender Ausbau und Übergang zur 5G-Kommunikationsinfrastruktur

Beschreibung: Zur Vernetzung von Verkehrsteilnehmern ist der Ausbau C-ITS-Verkehrsinfrastruktur erforderlich. In Anknüpfung an die vernetzte Verkehrsinfrastruktur ist ein Ausbau hin zur nächsten Generation leistungsfähigerer 5G-Infrastruktur zur Erweiterung vernetzter Fahrfunktionen aussichtsreich.

TRL (2021): 5, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Herstellerübergreifende Einigung auf den jeweiligen Standard, Nutzung der Fähigkeiten der bereits bestehenden Standards

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: ITS-Plattform

Redundanz und Notfallmanagement, Remote-Teleoperation

Beschreibung: Zur Sicherstellung eines stets sicheren Verkehrssystems ist die Erforschung von Redundanz- und Notfallkonzepten vonnöten. Beispielsweise ist ein Eingriff über eine Remote-Teleoperation in einzelne Fahrzeuge zu diskutieren.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Herstellerübergreifende Verkehrssicherheitssysteme, Klärung der Zuständigkeiten für eine Notfallmanagement-Infrastruktur, Gewährleistung des Datenschutzes

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Cyber-Security

Beschreibung: Im Zuge der zunehmenden Vernetzung der Verkehrsträger und der Infrastruktur ist eine Entwicklung umfassender Sicherheitskonzepte erforderlich. Die Absicherung der Systeme zum Schutz sicherheitskritischer Infrastruktur muss hinreichend gewährleistet sein.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 8

Herausforderungen: Darstellung umfangreicher Sicherheitskonzepte, Harmonisierung der Entwicklungsgeschwindigkeit von wachsender Digital-Infrastruktur und digitalen Schutzkonzepten

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

VI.5 Forschungsgebiet: Dateninfrastruktur

Resiliente, sichere Cloud-Datenspeicher

Beschreibung: Smarte Verkehrssysteme basieren auf dem permanenten Austausch von Informationen und Daten. Um stabile Verkehrssysteme zu erhalten, ist der Aufbau resilienter Cloud-Datenspeicher erforderlich.

TRL (2021): 5, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Klärung von Zuständigkeiten, Daten-Eigentum, Datenschutz

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: Digital Europe/GAIA-X

Generierung und Fusion von Daten, Standardisierung von Datenmodellen

Beschreibung: Zum Betrieb eines funktionierenden Verkehrssystems ist die Generierung von verkehrsrelevanten Informationen und die Einspeisung in die jeweiligen Systeme erforderlich. Hervorzuheben ist die Wichtigkeit der Zusammenführung bestehender Daten und Erzeugung eines einheitlichen Datenmodells für den automatisierten und vernetzten Verkehr.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Standardisierung von Datensätzen und Datenbanken, Daten-Eigentum, Zugriffsrechte, Datenschutz

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Forschung

EU-Anknüpfungspunkt: Digital Europe

Quellen und Repräsentanz von Daten

Beschreibung: Zur Optimierung der Datenbasis und zur Absicherung ist eine hohe Transparenz der Datenquellen erforderlich. Gleichzeitig müssen Datenquellen gepflegt werden, um dem System eine gute Datenqualität zu ermöglichen.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Klärung der Zuständigkeiten für eine transparente Dateninfrastruktur

Politikfelder: Mobilität und Verkehr, Forschung

Data-Ownership-Modelle

Beschreibung: Im Zuge der umfangreichen Erhebung und Verarbeitung von Mobilitätsdaten ist eine rechtliche Klärung von Eigentum und Nutzungsbefugnisse erforderlich.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Rechtliche Fragestellungen zu Daten, des Dateneigentums und von Nutzungsbefugnissen, Klärung der Zuständigkeiten für Dateninfrastrukturen

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

Stakeholder- und Rollenanalyse

Beschreibung: Zur Feststellung der Verantwortlichkeiten im Umgang mit Daten und der Bereitstellung einer Dateninfrastruktur ist in einem ersten Schritt eine Stakeholder- und Rollenanalyse in Bezug auf Dateneigentum und Datenschutz erforderlich.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Rechtliche Fragestellungen zu Datenthemen, Fragen des Dateneigentums und von Nutzungsbefugnissen, Klärung der Zuständigkeiten für Dateninfrastrukturen

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

VII. Handlungsfeld: Mobilitäts- und Logistikkonzepte

VII.1 Forschungsgebiet: Mobilitäts- und Verkehrsplanung

Interaktive Analyseverfahren zur bedarfsgerechten Planung und Anpassung von Mobilitätssystemen

Beschreibung: Mit Hilfe neuer Analyseverfahren und Big Data können Bedarfe identifiziert werden, auf die die Stadtplanung und deren Verkehrsmanagement reagieren können. Eine zentrale Rolle spielt in diesem Zusammenhang der digitale Zwilling des Mobilitätssystems, welcher eine präzise Simulation unter Berücksichtigung verschiedener Parameter ermöglicht.

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen darin, Methoden zu entwickeln, die aus vorliegenden Echtzeitdaten, Statistiken sowie möglicherweise auch Befragungen, Bedarfe für die Mobilitätsplanung im städtischen Raum ableiten. Dabei können KI-basierte Methoden, aber auch sozialwissenschaftliche Methoden wie Experimente und Co-Creation einbezogen werden.

Politikfelder: Forschung

Erforschung gesellschaftlicher Akzeptanz neuer Mobilitäts- und Logistiklösungen

Beschreibung: Die gesellschaftliche Akzeptanz ist entscheidend, damit neue Verkehrsmittel, Mobilitätskonzepte und Innovationen in der Infrastruktur- und Stadtplanung langfristig mitgetragen werden.

Herausforderungen: Die Herausforderungen bei der Akzeptanzforschung bestehen darin, Menschen in ausreichendem Maße einzubeziehen, passgenaue Lösungen zu entwickeln und deren Akzeptanz in der Felderprobung zu beobachten, um gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen. Partizipationsverfahren müssen in kritischer Reflektion existierender Forschung so gestaltet werden, dass sie die Planungsprozesse bestmöglich bereichern und beschleunigen.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

Ganzheitliche Einfluss-, Nutzens- und Risikoanalyse (sozial, ökologisch, ökonomisch sowie hinsichtlich der Verkehrssicherheit)

Beschreibung: Die Analyse des gesellschaftlichen Nutzens sowie des Einflusses auf die Gesellschaft muss hinsichtlich der sozioökologischen und ökonomischen Wirkung sowie des Einflusses auf die Verkehrssicherheit bedacht werden.

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen darin, die Komplexität abzubilden, die sich durch territoriale Unterschiede in sozialer, ökonomischer und technischer Sicht ergeben.

Politikfelder: Forschung

Mapping von Nutzerbedürfnissen auf Lösungen

Beschreibung: Analyseergebnisse von Nutzerbedürfnissen in Städten und in ländlichen Räumen können in ein Mapping von Lösungen übertragen werden. So kann zielsicher geplant werden, welche Lösungen für bestimmte Nutzer nach welchen Anforderungen designt werden sollen.

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht darin, den erfassten Bedürfnissen entsprechende, gegebenenfalls neu zu entwickelnde Lösungen zuzuordnen.

Politikfelder: Forschung

VII.2 Forschungsgebiet: Mobilitäts- und Logistikdienstleistungen

Nutzung von robotischen Funktionalitäten in Shared-Mobility-Angeboten mit autonomen Fahrzeugen

Beschreibung: Über die geteilte Nutzung von Passagier- und Logistik-Diensten können Wege und Fahrzeuge eingespart werden. Das autonome Fahren ermöglicht einen flexiblen und sicheren Fahrzeugeinsatz ohne Beschäftigung eines Fahrers. Robotische Funktionen können zudem zum Beispiel die Zustellung oder Abholung von Waren ermöglichen. Damit wird das Angebot von Mobilitätsdienstleistungen auch in suburbanen und ländlichen Gegenden wirtschaftlich und flexibel ermöglicht, in denen weniger öffentlicher Personenverkehr und meist geringere Auslastung bei Logistikfahrzeugen besteht.

TRL (2021): 4, Ziel-TRL: 7

Herausforderungen: Die Herausforderung betrifft neben der Entwicklung und Erprobung geeigneter Kombinationen von Fahrzeugen und Robotern auch die Entwicklung von Geschäftsmodellen und die Untersuchung ihres Einflusses auf die technische Organisation. Beispielsweise muss geklärt werden, wann diese Fahrzeuge wo beladen werden und wie sich Empfänger von Waren authentifizieren. Weiterhin ist zu klären, ob On-Demand-Services für Passagiere bei gleichzeitigem Warentransport angeboten werden können.

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

(Autonome) Mikromobilität für die letzte Meile

Beschreibung: Mikromobilität ermöglicht unter anderem die Überwindung der letzten Meile mit energiesparsamen Mobilitätsformen wie e-Scootern, e-Bikes oder Lieferrobotern. Für die Logistik und Intralogistik stehen diese Technologien besonders im Fokus, da Dienste in Zukunft autonom erbracht werden können.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die Herausforderung besteht in der Entwicklung passgenauer Konzepte, die die funktionale Sicherheit gewährleisten. Dabei sollte die Wirtschaftlichkeit solcher Systeme frühzeitig geklärt werden: Sind Mikromobile auf der letzten Meile in allen Städten ein gutes Geschäftsmodell? Wo sind Sharing-Modelle dauerhaft rentabel? Oder gehören diese neuen Mobilitätsdienstleistungen eher zur kommunalen Daseinsvorsorge? Müssen sie daher öffentlich organisiert und betrieben werden? Bei der Forschung muss stärker raum- und zielgruppendifferenziert vorgegangen werden. Bei der Logistik liegen die Herausforderungen in der sicheren Navigation und Übergabe der Transportgüter. Für einen Einsatz im öffentlichen Raum muss die Führungsform (zum Beispiel Geh-/Radwege, zeitlich getrennt zum Beispiel nur in Nachtstunden auf dann nicht ausgelasteten Straße) geklärt werden. Bei der Intralogistik zeigen sich Herausforderungen für die sichere Indoor-Navigation, um Produktionsabläufe zu gewährleisten und Mitarbeitende und Produktionsprozesse nicht zu stören.

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

Nutzungskonzepte für L-Klasse-Fahrzeuge

Beschreibung: Leichtfahrzeuge, z. B. mit Platz für 1-2 Personen können durch autonome Anwendungen aktive Sicherheit erhalten. Durch den Zugewinn an aktiver Sicherheit kann eine Reduktion der passiven Sicherheit diskutiert werden, was wiederum eine Gewichts- und Energieersparnis bedeutet. Fahrzeuge der L-Klasse ermöglichen den flexiblen Einsatz in der intermodalen Mobilität von Tür zu Tür.

TRL (2021): 5, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei der Schaffung aktiver Sicherheit und der Erprobung von Nutzungs- und Flottenkonzepten, die das Verkehrsaufkommen nicht erhöhen und keinen Parkraum in Anspruch nehmen.

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: Horizon Europe Cluster 5

Hybride Passagier- und Logistikkonzepte unter Nutzung digitaler Plattformen

Beschreibung: Über die Verbindung von Passagier- und Logistikdiensten können Wege und Fahrzeuge eingespart werden. Dies hat vor allem Vorteile für suburbane und ländliche Gegenden, in denen ein weniger dichtes Netz des öffentlichen Personenverkehrs besteht.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Die Herausforderung liegt hierbei in Geschäftsmodellen und deren Einfluss auf technische Organisation. Beispielsweise muss geklärt werden, wann diese Fahrzeuge wo beladen werden und wie sich Empfänger von Waren authentifizieren. Weiterhin ist zu klären, ob On-Demand-Services für Passagiere bei gleichzeitigem Warentransport angeboten werden können.

Politikfelder: Forschung, Innovation, Mobilität und Verkehr

Schwarm- und Platooning-Anwendungen für Passagiertransport und Logistik

Beschreibung: Während das individuelle automatisierte Fahren vor allem in komplexen urbanen Umgebungen noch vor vielen Herausforderungen steht, können LKWs und andere Schwarmfahrzeuge durch Platooning auf bestimmten Strecken virtuell verknüpft hintereinander herfahren. Dabei bedarf es nur eines und später keiner Fahrer im Pilotwagen mehr. Während erste Platooning-Anwendungen auf der Autobahn erprobt werden, wird dies auch für Landstraßen und möglicherweise städtische Räume zum Beispiel für andere Fahrzeuge künftig erfolgen. Diese Schwarmfunktionalität ist auch für Lieferroboter oder Shuttles eine Option, da diese automatisiert und vernetzt im Verkehrsfluss einer Stadt effizient fahren können (zum Beispiel an Ampeln).

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Herausforderungen liegen bei der Vernetzung und Steuerung von Fahrzeugen in einem Schwarm und im Platooning-Betrieb, sowie in der Erkennung sicherheitsrelevanter Aspekte im Umfeld aller Fahrzeug im Platooning-Betrieb, aber auch bei der regulatorischen Verkehrsorganisation (Beschilderung, Regelungen, Spuren).

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

EU-Anknüpfungspunkt: CCAM

Erforschung von Potentialen des Technologietransfers in neue Mobilitätskonzepte

Beschreibung: Wie nie zuvor besteht aktuell die Chance, sichere und kostengünstige Technologien der Automatisierung, Vernetzung und Elektrifizierung aus dem Automobil in neue Fahrzeugkonzepte zu transferieren und dort Entwicklungsaufwand zu sparen.

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei der Identifikation geeigneter Anwendungen aus bestehenden Technologien sowie deren Adaption in das neue Anwendungsgebiet. Dazu ist eine enge Absprache mit Städten und anderen Stakeholdern notwendig.

Politikfelder: Forschung, Innovation

VII.3 Forschungsgebiet: Neue Fahrzeug- und Innenraumkonzepte

Modulare, autonome, vernetzte, inklusive, ergonomische Fahrzeugplattformen

Beschreibung: Fahrzeugplattformen bewegen sich autonom durch den Verkehr. Sie sind so aufgebaut, dass sie verschiedene Module transportiert werden können, aber auch alleine fahren können, um andere Module abzuholen. Außerdem können die Fahrzeugplattformen mit Modulen bestückt werden, die inklusiv designt sein müssen, zum Beispiel für mobile Arztpraxen oder Shuttles. Auf diese Weise können mehr Menschen von der Mobilität profitieren.

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen bei Erforschung und Entwicklung von Anpassungsmechanismen, die auf das Profil unterschiedlicher Nutzer abgestimmt sind, zum Beispiel hinsichtlich der Privatsphäre, Datenschutz, Hygiene und Sicherheit. Diese sind für jede Mobilitätslösung individuell abzuleiten. Die Forschung und Entwicklung muss das Design für jeden Einsatzzweck Anforderungen ableiten und deren Umsetzung erforschen.

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

Inklusive, universale, nutzerrelevante und ergonomische HMI- und Innenraumdesigns, Innenraumgestaltung neuer Verkehrsmittel nach Nutzerprofilen im intermodalen Verkehr

Beschreibung: Die modularen Aufbauten können konzeptionell auf eine spezifische Nutzung ausgerichtet werden, zum Beispiel also mobile Arztpraxen, Umweltlabore oder Werkstätten. Neue Verkehrsmittel wie Drohnen oder Shuttles mit Co-Working-Möglichkeiten ziehen die Untersuchung von ergonomischen Aspekten nach sich, um Begleiteffekte wie Reise- und Bewegungskrankheit zu verhindern.

Herausforderungen: Die Herausforderung liegt in dem Design der Module, das sowohl den speziellen Anwendungsgebieten als auch hohen Sicherheitsstandards genügen muss. Des Weiteren liegen die Herausforderungen bei der Untersuchung von ergonomischen Problemen, die sich aus dem Einsatzzweck des Fahrzeugs ergeben.

Politikfelder: Forschung, Innovation

Bidirektionale, intelligente Außenkommunikation neuer Verkehrsmittel mit Mensch und Umfeld

Beschreibung: Für Verkehrsmittel, die für Passanten im Umfeld neu sind, sind neue Kommunikationsansätze zu erforschen und entwickeln, die es erlauben, bidirektional zu kommunizieren. Eine Send- und Empfangsfunktion muss gewährleistet sein, um entsprechende Reaktionen abzuleiten.

Herausforderungen: Kommunikationsansätze für eine Vielzahl von möglichen Situationen sind zu konzipieren und durch KI sowie HMIs zu unterstützen.

Politikfelder: Forschung

VII.4 Forschungsgebiet: Physikalische und digitale Verkehrsinfrastrukturen

Vernetzung und Flottenmanagement für (neue) Verkehrsmittel

Beschreibung: Damit neue Verkehrsmittel (zum Beispiel Lieferroboter) im urbanen Raum ihre Dienste vernetzt und automatisiert absolvieren können, müssen die Flotten vernetzt werden.

Herausforderungen: Intermodaler Flottenmanagement-Ansatz, Einbeziehung des Fußgängerverkehrs

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

Mobility-as-a-Service-Modelle zur Umsetzung eines nahtlosen intermodalen Verkehrs

Beschreibung: Mobility-as-a-Service (MaaS) umfasst die Verbindung aller Verkehrsmittel und deren Buchung über eine Plattform. In diese Plattform werden sowohl ÖPNV als auch alternative Verkehrsmittel einbezogen.

TRL (2021): 5, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Analyse neuer Verkehrsmittel, stetige Integration neuer Verkehrsträger, Verfügbarkeit von Inter-City-Verkehr, regional übergreifende Plattformen

Politikfelder: Innovation

Digitale Plattform für Logistik/Intralogistik

Beschreibung: Gelände/Campus eignen sich zur Erprobung neuer Lösungen. Um diese in den Betriebsablauf zu integrieren, ist es notwendig, ein Flottenmanagement zu errichten.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Aufbau von Plattformen, Navigation bei heterogener Gelände- und Gebäude-topologie

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

Dynamisches, intelligentes Verkehrsmanagementsystem für intermodalen Verkehr

Beschreibung: Weil viele neue Verkehrslösungen in Zukunft automatisiert und vernetzt sind, können Schnittstellen zwischen Verkehrsmanagementsystemen und Plattformen zur Organisation und Vermittlung von MaaS angebracht werden, um den Verkehr bedarfsgerecht und entsprechend der CO₂-Grenzwertvorgaben zu organisieren.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 7

Herausforderungen: Es gilt herauszufinden, inwiefern diese Schnittstellen sinnvoll in den Betrieb des Verkehrsmanagements und in den Betrieb der MaaS-Plattformen umgesetzt werden können und nach welchen Parametern das Verkehrsmanagement Einfluss nehmen kann

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

Inklusive intermodale Hubs und dezentrale Mobilitätstationen

Beschreibung: Entscheidende Infrastruktur für den intermodalen Verkehr sind die Umstiegspunkte, an denen Verkehrslösungen zur Verfügung gestellt werden. Diese müssen unterschiedlichen Bedürfnissen und den Gegebenheiten der Stadt beziehungsweise der Region angepasst sein.

TRL (2021): 3, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen darin, dieses Hubs in der Stadtplanung so zu berücksichtigen, dass sie wichtige Routen verbinden, zum Beispiel indem bestehende Mobilitätsknoten ausgebaut werden oder neue ergänzend geschaffen werden. Dabei ist es entscheidend, die Inklusion aller Nutzer zu berücksichtigen und zu realisieren, zum Beispiel über universale Informationsvermittlung und Mensch-Technik-Interaktionen. Für den Betrieb

neuer elektrifizierter Verkehrslösungen müssen entsprechende Ladeinfrastrukturen in die Mobility-Hubs integriert werden. Um hybride Lösungen für Passagier- und Güterverkehr zu schaffen, können solche Hubs auch logistische Infrastrukturen enthalten.

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

Intelligente, effiziente Logistikhubs in Stadt und Land

Beschreibung: Intelligente, effiziente Logistikhubs in Stadt und Land ermöglichen die Beherrschung immer größerer Warenströme und gleichzeitige Energieersparnis durch kundennahe Logistik.

TRL (2021): 4, **Ziel-TRL:** 6

Herausforderungen: Die Herausforderungen liegen in der Erprobung von Schnittstellen zu neuen Fahrzeugtypen, Daten und Prädiktion von Bedarfen sowie der Schaffung kundennaher Hubs.

Politikfelder: Forschung, Mobilität und Verkehr

Validierung

Simulation und Optimierung von Verkehrs- und Logistikkonzepten und Mobilitätssystemen

Beschreibung: Um Lösungen vor der Implementierung zu testen, können Simulationen unterstützen, Chancen und Risiken zu verstehen. So können Lösungen hinsichtlich ihrer Wirkung auf Effizienz, Emissionsvermeidung und der Senkung des Verkehrs optimiert werden.

Herausforderungen: Entwicklung realitätsnaher Modelle, Abbildung digitaler Zwillinge von Mobilitätssystemen

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

VII.6 Forschungsgebiet: Test und Validierung

Simulation und Optimierung von Verkehrs- und Logistikkonzepten und Mobilitätssystemen

Beschreibung: Um Lösungen vor der Implementierung zu testen, können Simulationen unterstützen, Chancen und Risiken zu verstehen. So können Lösungen hinsichtlich ihrer Wirkung auf Effizienz, Emissionsvermeidung und der Senkung des Verkehrs optimiert werden.

Herausforderungen: Entwicklung realitätsnaher Modelle, Abbildung digitaler Zwillinge von Mobilitätssystemen

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

VII.7 Forschungsgebiet: Rechtliche und regulatorische Aspekte

Standardisierung

Beschreibung: Neue Verkehrslösungen bedürfen der Standardisierung in Bezug auf die Produktion von Komponenten und Systemen, um die Einhaltung von Sicherheitsmerkmalen zu gewährleisten. Außerdem führen Verkehrslösungen zu Fragen von Haftung, zum Beispiel beim Einsatz von Mikromobilitätslösungen in Fußgängerzonen oder bei Roboter-Belieferungen.

Herausforderungen: Definition von Sicherheitsstandards, Standardisierung von Komponenten und Systemen, Schlussfolgerungen aus Risikoanalysen für Haftungsregelungen

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

Verkehrsregulierung

Beschreibung: Um neue Verkehrsmittel und -konzepte umzusetzen, müssen regulatorische Rahmenbedingungen aufgesetzt werden.

Herausforderungen: Fall-Abschätzung, sinnvolle Regulierung, Anpassung bestehender Regulierungen

Politikfelder: Mobilität und Verkehr

Zertifizierung

Beschreibung: Um die Sicherheit des Einsatzes neuer Verkehrslösungen zu gewährleisten, ist es notwendig, Komponenten, Fahrzeugsysteme und Infrastrukturen zu zertifizieren.

Herausforderungen: Die Forschung und Entwicklung muss entsprechende Anforderungen an die Zertifizierung gemeinsam mit Prüforganisationen und Politik ableiten und entsprechende Zertifizierungsverfahren testen, validieren und anwenden.

Politikfelder: Innovation, Mobilität und Verkehr

Akronymliste

Für die Angabe der EU-Anknüpfungspunkte werden die folgenden Abkürzungen verwendet:

ZZERO: European Partnership Towards Zero-Emission Road Transport

BEPA: Batteries European Partnership Association

BMS: Battery Management System

C-ITS: Cooperative Intelligent Transport Systems

CCAM: European Partnership on Connected, Cooperative and Automated Mobility

CEF: Connecting Europe Facility

Clean Hydrogen: European Partnership on Clean Hydrogen

CNG: Compressed Natural Gas

HEV: Hybrid Electric Vehicle

HMI: Human Machine Interface

KDT: European Partnership Key Digital Technologies

LNG: Liquid Natural Gas

MHEV: Mild Hybrid Electric Vehicle

PHEV: Plug-In Hybrid Electric Vehicle

TEN-T: Trans-European Transport Network



Ansprechpartner zum Thema:

Dr.-Ing. Joachim Damasky
Geschäftsführer Verband der Automobilindustrie (VDA)
Behrenstraße 35, 10117 Berlin
Tel. +49 30 897842-105
Mail joachim.damasky@vda.de

Prof. Dr.-Ing. Claudia Langowsky
Geschäftsführerin Forschungsvereinigung Automobiltechnik (FAT)
Behrenstraße 35, 10117 Berlin
Mobil +49 177 667 22 40
Mail claudia.langowsky@vda.de

FAT | Forschungsvereinigung
Automobiltechnik

VDA | Verband der
Automobilindustrie